

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

LIBEREC 2011

JANA WIRSIGOVÁ

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ



Studijní program: B3107 Textil
Studijní obor: 3107R007 Textilní marketing

**FYZIOLOGICKÝ KOMFORT SPORTOVNÍHO
OBLEČENÍ FIRMY GASSO**
**PHYSIOLOGICAL COMFORT OF
SPORTSWEAR FROM THE COMPANY GASSO**

Jana Wirsigová

KHT-797

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D

Rozsah práce:

Počet stran textu ...39

Počet obrázků11

Počet tabulek5

Počet grafů.....5

Počet stran příloh..14

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta textilní
Akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jana WIRSIGOVÁ**
Osobní číslo: **T07000449**
Studijní program: **B3107 Textil**
Studijní obor: **Textilní marketing**
Název tématu: **Fyziologický komfort sportovního oblečení fy Gasso**
Zadávající katedra: **Katedra hodnocení textilií**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

- 1) Proveďte literární rešerši pro komfort textilií. Zaměřte se na sportovní oblečení.
- 2) Navrhněte experiment pro měření vlastností souvisejících s komfortem. Experiment proveďte na vzorcích fy Gasso.
- 3) Navrhněte možnosti vyhodnocení a vzorky porovnejte.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že předložená *diplomová (bakalářská)* práce je původní a zpracoval/a jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušil/a autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním *diplomové (bakalářské)* práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byl/a jsem seznámen/a s tím, že na mou diplomovou (*bakalářskou*) práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé diplomové (*bakalářské*) práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé diplomové (*bakalářské*) práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom toho, že užít své diplomové (*bakalářské*) práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci dne 9.5.2011

.....
Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Chtěla bych těm, kteří mi v psaní této práce pomáhali. Především bych ráda poděkovat Ing. Vladimíru Bajzíkovi, Ph.D. za odporné vedení a konzultaci této práce. Dále bych chtěla poděkovat firmě GASSO za poskytnutí vzorků a informací, bez kterých by tato práce nemohla vzniknout

ANOTACE

Tématem této bakalářské práce je fyziologický komfort sportovního oblečení. Cílem práce je zjistit a vyhodnotit vlastnosti sportovních materiálů firmy GASSO. Za pomoci měření na přístrojích PERMETEST, FX 300 a ALAMBETY jsou zjišťovány hodnoty relativní paropropustnosti, výparného odporu a prodyšnosti. Teoretická část práce je zaměřena na oděvní komfort, organismus – oděv – prostředí, termoregulaci organismu, propustnosti vodních par a vzduchu. Praktická část je zaměřena na popis vzorků a měření vlastností daných materiálů.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Fyziologický komfort, sportovní oblečení, GASSO

ANNOTATION

The theme of this thesis is a physiological comfort of sportswear. The aim is to identify and evaluate the characteristics of sports materials to Gass. Using measurement instruments PERMETEST, FX 300 and ALAMBETY are observed relative vapor permeability, evaporation resistance and breathability. The theoretical part is focused of clothing comfort, body - clothing - environment, body temperature regulation, water vapor and air. The practical part is focused on the description of sampling and measuring properties of the material.

KEY WORDS:

Physiological comfort, sport clothes, Gasso

OBSAH:

Úvod.....	8
Teoretická část.....	9
1. Oděvní komfort	9
1.1. Psychologický komfort	9
1.2. Senzorický komfort	10
1.3. Patofyziologický komfort.....	11
1.4. Termofyziologický komfort	11
2. Soustava organismus – oděv – prostředí	12
2.1. Organismus.....	12
2.2. Oděv	12
2.3. Prostředí	13
2.3.1. Studená oblast	14
2.3.2. Střední oblast	15
2.3.3. Horká suchá oblast.....	16
2.3.4. Horká vlhká oblast	16
3. Termoregulace.....	17
3.1. Přenos tepla	18
3.1.1. Kondukce (přenos tepla vedením)	18
3.1.2. Konvekce (přenos tepla prouděním).....	20
3.1.3. Radiace (přenos tepla zářením).....	21
3.2. Odvod plynné vlhkosti z povrchu lidského těla	23
3.2.1. Přenos vlhkosti (hmoty) prouděním	24
3.3. Odvod kapalné vlhkosti z povrchu lidského těla	24
3.3.1. Difuze.....	25
3.3.2. Kapilární odvod	26
3.3.3. Sorpce	26
4. Propustnost vzduchu a propustnost vodních par	26
4.1. Propustnost vodních par	27
4.1.1. Permetest.....	27
4.2. Propustnost vzduchu	29
5. Hygienické požadavky na oděv.....	31
5.1. Hygienické požadavky kladené na materiály při sportovní činnosti.....	31

PRAKTICKÁ ČÁST.....	33
6. Firma GASSO	33
7. Sortiment firmy GASSO	33
8. Popis měřených materiálů.....	34
8.1. TAHITI.....	34
8.2. CARBON	34
8.3. SHIELD.....	35
8.4. GAVIE	35
8.5. COOLMAX.....	36
8.6. ATOM	36
8.7. SOFT-SHELL	36
8.8. SOFT-SHELL ZÁTĚR	37
9. Měření komfortních vlastností	37
9.1. Relativní paropropustnost a výparný odpor	38
9.2. Měření prodyšnosti.....	40
9.2.1. Přístroj FX 300.....	40
9.3. Měření pomocí přístroje ALAMBETA.....	42
9.3.1. Princip přístroje ALAMBETA	42
9.3.2. Měřené parametry	42
ZÁVĚR.....	45
10. Použitá literatura	47
11. Přílohy	49
11.1. Příloha č. 1 – vzorky materiálů.....	49
11.2. Příloha č. 2 – měření relativní paropropustnosti $p[\%]$	57
11.3. Příloha č. 3 – měření výparného odporu $R_{ct} [Pa \cdot m^2 \cdot W^{-1}]$	58
11.4. Příloha č. 4 – měření prodyšnosti $[l/m^2/s]$	59
11.5. Příloha č. 5 – Měření měrné tepelné vodivosti $\lambda [W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$	60
11.6. Příloha č. 6 – měření tepelné jímavosti $b[W \cdot m^{-2} \cdot s^{1/2} \cdot K^{-1}]$	61
11.7. Příloha č. 7 – měření tloušťky materiálu $h [mm]$	62

ÚVOD

V dnešní době jsou požadavky na oděvní výrobky značně vysoké. Každý člověk má představu o tom, jaké požadavky by měl oděv splňovat. Zde určitě můžeme mluvit o trvanlivosti, náročnosti údržby, estetické a ochranné vlastnosti, omak, značka, složení, druh materiálu a jeho vzor, dále také o fyziologickém a senzorickém komfortu oděvu.

Dnes daleko více než dříve se lidé věnují sportu. Lidé daleko více tíhnou ke zdravému způsobu života. Firem, které se zabývají výrobou správného oblečení a jejich cílem je uspokojit potřeby a požadavky zákazníka je na trhu více než dost.

Lidé i firmy se zajímají o to, jak se zdokonalují zejména komfortní vlastnosti sportovních oděvů. Zákazníci mají stále větší požadavky, a proto se firmy v textilním průmyslu musí intenzivně věnovat výzkumu lepších materiálů.

Člověka a celý jeho organismus asi nejvíce ovlivňuje termofyziologický komfort. Tento komfort ovlivňuje pocity člověka při sportovních výkonech. Lidské tělo se při fyzické námaze potí a vylučuje tedy vlhkost ve formě potu. Textilní materiál, ze kterého je vyrobený oděv, který má člověk oblečený při fyzické zátěži, by se měl co nejlépe přizpůsobit organismu.

Cílem mé bakalářské práce bylo proměřit na vybraných 8mi vzorcích prodyšnost, relativní paropropustnost a výparný odpor. Vzorky mi poskytla firma GASSO z Jablonce nad Nisou. Jsou to vzorky, které firma používá na výrobu sportovního oblečení.

Měření bylo prováděno na přístrojích PERMETEST, ALAMBETA A FX 300. Výsledky měření byly vyhodnoceny a porovnány.

TEORETICKÁ ČÁST

1. Oděvní komfort

Komfort je stav organismu, kdy jsou fyziologické funkce organismu v optimu, a kdy okolí včetně oděvu nevytváří žádné nepříjemné vjemy vnímané našimi smysly. Tento pocit můžeme nazvat jako pocit pohody [1]. Tom to stavu můžeme pracovat a být delší dobu. Nepřevažují zde pocity tepla ani chladu.

Komfort vnímáme všemi našimi smysly, kromě chuti. Nejdůležitější smysl, kterým vnímáme, je hmat, následuje zrak, sluch a čich.

Komfort můžeme zjednodušeně definovat jako absenci znepokojujících a bolestivých vjemů [1].

Komfort můžeme rozdělit na [1]:

- Psychologický
- Senzorický
- Termofyziologický
- Patofyziologický

1.1. Psychologický komfort

Do psychologického komfortu můžeme zahrnout několik hledisek, která se dají rozdělit do určitých skupin [1].

- Klimatická hlediska – typické denní oblečení by v první řadě mělo respektovat tepelně-klimatické podmínky, které jsou podmíněny geograficky. Oděv vhodný pro dané podmínky se stává normou.
- Ekonomická hlediska – sem patří přírodní podmínky obživy, výrobní prostředky, politický systém, úroveň technologie,
- Historická hlediska – u lidí převažuje sklon k výrobkům vyrobených z přírodních materiálů, k výrobkům napodobujících přírodu, tradice v životním stylu a módu.
- Kulturní hlediska – tyto hlediska zahrnují tradice, zvyky, náboženství

- Sociální hlediska – např. věk, vzdělání, kvalifikace, sociální třída, určitá pozice v této třídě,

Skupinová a individuální hlediska – patří spíše do oboru módního návrhářství. Patří sem módní vlivy, styl, barvy, lesk, osobní preference.

Tento komfort závisí na kulturní a sociální úrovni [2]. Může se stát, že psychologický komfort bude převažovat nad funkčním.

1.2. Senzorický komfort

Do tohoto komfortu zahrnujeme vjemy a pocity člověka při přímém styku první vrstvy oděvu a pokožky. Pocity, které vznikají při styku pokožky a textilie by měly být příjemné jako například pocit měkkosti nebo hřejivosti, ale může se stát, že příjemné pocity budou vystřídány těmi nepříjemnými, jako je například pocit kousání, vlhkosti, škrábání, lepení apod. Senzorický komfort můžeme rozdělit na komfort nošení a na omak [1, 3].

Na **komfort nošení** má vliv povrchová struktura textilie, rozložení tlaků v oděvním systému a také vlastnosti termofyziologického komfortu.

Komfort nošení oděvů zahrnuje [1]:

- Povrchovou strukturu použitých textilií
- Vybrané mechanické vlastnosti ovlivňující rozložení sil a tlaků v oděvním systému
- Schopnost textilií absorbovat a transportovat plynnou či kapalnou vlhkost s dopadem na své kontaktní vlastnosti.

Omak je veličina značně subjektivní a špatně reprodukovatelná. Je to veličina založená na vjemech prostřednictvím prstů a dlaně.

Zjednodušeně můžeme omak charakterizovat těmito vlastnostmi [1].

- Hladkostí (součinitelem povrchového tření)
- Tuhostí (ohybovou a smykovou)
- Objemností (lze nahradit stlačitelností)
- Tepelně-kontaktním vjemem

1.3. Patofyziologický komfort

Pocit při vnímání komfortu může být ovlivněn působením patofyziologicko-toxických vlivů. Tyto vlivy jsou produkovány působením mikroorganismů, tedy bakterií a plísní. Účinek patofyziologických vlivů je závislý na odolnosti člověka, tedy jeho pokožky, proti vlivům chemických látek obsažených v textiliích [1].

Působení oděvu na pokožku může vyvolat dermatózu tj. kožní onemocnění.

Dermatóza může být způsobena [1]:

1. Drážděním, což je fyzikálně – chemický jev, který může působit u každého člověka.
2. Alergií, což je imunologický jev, který předpokládá styk pokožky s alergenem. Nejčastěji se projevuje jako ekzém

1.4. Termofyziologický komfort

Termofyziologický komfort můžeme charakterizovat jako stav lidského organismu, ve kterém jsou fyziologické funkce v optimálním stavu [2]. Tento stav může být organismem vnímán jako pocit pohodlí a organismus v něm může být nekonečně dlouho. Pocit pohodlí je neměřitelná hodnota. Je dána nepřítomností nepříjemného pocitu tepla nebo zimy. Při diskomfortu mohou nastat pocity tepla nebo chladu. Pocity tepla se dostavují při větším pracovním zatížení nebo při působení teplého a vlhkého klimatu [1].

Termofyziologický komfort můžeme hodnotit pomocí přístrojů, které jsou typické pro příslušný fyzikální děj, ale bez přímého vztahu k podmínkám platícím v systému pokožka – oděv – prostředí, nebo můžeme přenos tepla a vlhkosti měřit za podmínek blízkých fyziologickému režimu lidského těla [1, 3]

Termofyziologický komfort oděvu můžeme určit pomocí dvou zásadních parametrů: tepelného a výparného odporu. Výparný odpor má velmi důležitou úlohu při ochlazování těla odpařováním potu z povrchu pokožky. Úroveň ochlazování závisí také na rozdílu parciálních tlaků vodních par na povrchu pokožky, ve vnějším prostředí a na propustnosti oděvní soustavy pro vodní páry. Podobně je tomu i u celkového tepelného odporu, který se skládá z tepelného odporu vlastního oděvu a tepelného odporu mezní vrstvy [1, 3]

Termofyziologický komfort nastává za optimálních podmínek [1]:

- Teplota pokožky 33 -35°C
- Relativní vlhkost vzduchu $50 \pm 10\%$
- Rychlost proudění vzduchu $25 \pm 10 \text{ cm.s}^{-1}$
- Obsah CO₂ 0,07%
- Nepřítomnost vody na pokožce

2. Soustava organismus – oděv – prostředí

2.1. Organismus

Lidské tělo můžeme chápat jako tepelný stroj, který si vytváří své vlastní teplo. K tomuto teplu dochází na základě složitých metabolických pochodů k výdeji a příjmu tepla a na základě toho k termoregulačním procesům, které jsou závislé na činnosti organismu a na prostředí do kterého je zasazen [3].

2.2. Oděv

Hlavní rolí oděvu je chránit tělo před nestálým okolím. Lidské tělo je otevřený systém, který je vždy ve stavu fyzické, chemické a biologické interakce s okolím [1].

Oděv můžeme také chápat jako ochrannou vrstvu, ve které dochází k prostupu tepla a vlhkosti. Permeabilita neboli propustnost tepla a vlhkosti závisí na konstrukci a střihu oděvu, použitém materiálu a dalších parametrech. Oděv tak napomáhá termoregulaci organismu v podmínkách, ve kterých není tělo samo schopno samoregulace [1]

Jelikož jsou textilní vlákna vysokomolekulární látky, mění své složení molekulové a nemolekulové skladby na základě přijímání tepla a vlhkosti, chápeme tyto prostupy jako prostupy nehomogenní vrstvou. Když proniká vlhkost textilií, dochází k bobtnání vláken, díky čemuž klesá pórovitost textilie, čímž se snižuje její schopnost propustit vlhkost a mění se její hodnota tepelné izolace [1].

Oděv často vytváří oděvní systém, který se skládá z několika oděvních mezivrstev. Každá oděvní mezivrstva je jako elementární jednotka oděvního systému. Skládá se z vrstvy volného vzduchu, vrstvy textilie a z vrstvy vzduchu uzavřeného v textilií [1].

Všechny tři vrstvy se účastní transportu tepla, vlhkosti a vzduchu a to tak, že stav a fyzikální vlastnosti jedné vrstvy ovlivňují stav a vlastnosti vrstvy ostatních a opačně [1].

2.3. Prostředí

Vnější prostředí jsou podmínky, ve kterých se organismus nachází a ve kterých se pohybuje. Prostředí se podílí velkou mírou na tom, jak se organismus cítí. [1, 3].

Prostředí můžeme rozdělit na dvě oblasti [3]:

- Podmínky pracovního prostředí
- Zeměpisné podnebí

Zeměpisné podnebí má velký vliv na volbu oděvu a na tepelně-izolační hodnotu oděvu u osob, které se pohybují ve vnějším prostředí. Jakmile se člověk nachází uvnitř nějakého objektu je vystaven podmínkám pracovního prostředí. Tyto podmínky by měly být kontrolovány vhodným pracovním oděvem, jehož komfortní charakteristiky pro vnitřní prostředí budou odlišné od charakteristik oděvu pro vnější prostředí. Cílem je, aby organismus podal v daném prostředí maximální tělesný i duševní výkon. Pro zvládnutí náročné úlohy, kterou má oděvní systém splňovat, je nutné respektovat tepelně-vlhkostní a aerodynamické charakteristiky vnějšího prostředí [1].

Tabulka č. 1 – Rozdělení typů klimatu [1]

Zkratka typu klimatu	Typ klimatu dle normy	Typ klimatu po zjednodušení	Teplota °C		Nejvyšší abs. vlhkost (g/m3)
			Nejnižší	Nejvyšší	
EC	velmi studená oblast	studená oblast	-55	26	14
C	studená oblast				
CT	chladná oblast	střední oblast	-29	30	17
WT	mírná oblast				
Wdr	teplá suchá oblast	horká suchá oblast	-10	43	24 (20% relativní)
MWDr	horká suchá oblast				
EWDr	velmi horká suchá oblast				
WDa	horká vlhká oblast	horká vlhká oblast	-12	35	30 (90% relativní)
WdaE	horká vlhká vyrovnaná oblast				

Přechod mezi jednotlivými klimaty je pozvolný a klimata se navzájem prolínají. [1].

2.3.1. Studená oblast

Ve studené oblasti je musíme brát v potaz další faktory. Prvním faktorem je vliv síly větru na zesilování vlivu záporných teplot na lidský organismus. Dalším faktorem, který musíme brát v úvahu je vysoká intenzita UV záření v zasněžených oblastech. Tato intenzita je způsobena odrazem slunečního záření od krystalků sněhu [1].

Oděvy do studené oblasti musí ochránit organismus před chladem z okolí. Musí mít dostatečnou tepelnou izolaci a umožnit dostatečný odvod vodních par vznikající pocením [1].

V dnešní době se využívá princip vrstveného oděvu. Vrstvený oděv by měl mít minimálně pět vrstev. Jednou z výhod vícevrstvého oděvu je, že člověk si svou tělesnou teplotu svlékáním či oblékáním jednotlivých vrstev. Další výhodou je to, že ve vícevrstvěm oděvu je uzavřeno více vzduchu. Pokud vzduch v oděvních mezivrstvách je v klidu, přispívá významně k tepelnému odporu oděvu, a to až polovinou celkového tepelného odporu [1].

Systém pětivrstvého oblečení [1]:

1. Vrstva – spodní prádlo – má poskytovat člověku komfort tím, že odvádí vlhkost od pokožky a tím jí udržuje v suchu.
Pro tyto účely je vhodné používat hydrofobní syntetická vlákna, jako je modifikovaný polypropylen či polyester. Tato vlákna kvůli slabé vazbě vlhkosti s polymerem vedou vlhkost do vnější textilní vrstvy pomocí kapilárních sil. Nevhodné je však použití přírodních materiálů pro jejich vysokou sorpční schopnost [1].
2. Spodní vrstva – má za úkol, stejně jako 1. Vrstva, odvádět vlhkost od těla. Opět tedy není vhodné používat bavlněné výrobky z důvodu jejich vysoké navlhavosti. Můžeme zde použít syntetické materiály, případně materiály s nízkým podílem bavlny.
3. Zateplovací vrstva (svetry, vložky s náplní) – jejím úkolem je zajišťovat tepelnou izolaci. Náplň vložek může být buď syntetická, nebo přírodní (peří).
4. Svrchní vrstva – tato vrstva má částečně chránit nositele před průnikem deště a větru. Svrchní vrstva má umožnit přenos plynné vlhkosti mimo oděvní systém.
5. Vrstva do extrémních podmínek – jedná se o výztužné membrány nebo tkaniny s nánosem, které chrání nositele proti dešti a větru s dostatečnou propustností pro vodní páry.

Ve studených oblastech je důležitá ochrana rukou, nohou a hlavy.

Při ochraně rukou můžeme také vycházet z vícevrstvého systému oblékání. Vhodné je skombinovat alespoň tři vrstvy. Nejedná se tu jen o zvýšení izolačního účinku, ale také o možnost odložit jednotlivé vrstvy podle aktuálních podmínek [1].

Ochranu nohou zabezpečí vhodné ponožky a obuv. Ponožky mají za úkol minimalizovat tepelné ztráty a odvádět vlhkost od pokožky. Použitý materiál musí umožnit odvod vlhkosti mimo pokožku a přitom poskytovat pocit sucha. Vhodné je použití dvouvrstvých úpletů bavlna-polypropylen, kde PP je v kontaktu s pokožkou a povrchová bavlna, společně s výstelkou boty, slouží jako akumulátor vlhkosti [1].

2.3.2. Střední oblast

K možnému výskytu nízkých teplot ve střední oblasti je možné vycházet ze znalostí a zkušeností získaných přípravou do studených oblastí. V této oblasti můžeme opět využít princip vícevrstvého oblečení, který umožňuje poměrně jednoduchou regulaci

tělesné teploty. V letním období se počasí ve střední oblasti podobá počasí v oblastech horkých. Proto je možno letní vybavení založit na zkušenostech získaných přípravou do horkých oblastí [1].

2.3.3. Horká suchá oblast

Horké suché oblasti jsou charakteristické nízkou vlhkostí vzduchu a vysokými teplotami, které dosahují až k 43°C. V noci však mohou teploty klesnout až na – 10°C [1].

V takto vysokých teplotách se tělo neustále a intenzivně potí, a proto je důležité zajistit odvod potu od pokožky a využít chladícího účinku vznikajícího odpařováním potu z povrchu textilie. Oproti materiálům používaných do chladných oblastí je v horkých suchých oblastech přípustné použití přírodních materiálů (bavlny), které zajišťují pomalé odpařování a tím i ochlazování těla.

Noční nízké teploty musí naopak chránit nositele před chladem. Oděvní systém by měl tedy zahrnovat i tepelně-izolační vrstvu, pro případ poklesu teplot pod bod mrazu. Důležitá je v horkých suchých oblastech i pokrývka hlavy, která by měla nositele chránit před slunečním zářením. Ochranu obličeje a očí před pískem a slunečními paprsky zajistí šátek a brýle s UV filtrem a úpravou zabraňující průniku písku [1].

2.3.4. Horká vlhká oblast

Tato oblast je charakteristická vysokou vlhkostí vzduchu a velkým množstvím srážek, které je způsobeno prouděním vlhkého oceánského vzduchu. Teploty v horkých vlhkých oblastech se pohybují v rozmezí od 12°C do 35°C.

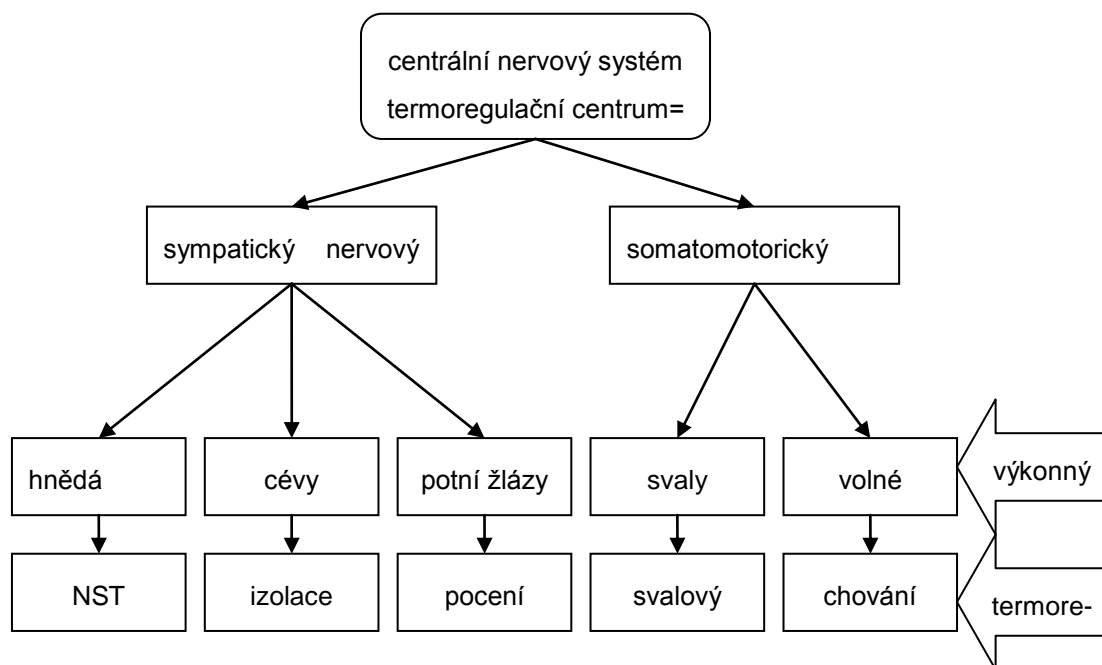
Rozdíl parciálních tlaků vodní páry na povrchu těla a parciálního tlaku páry v prostředí je natolik nízký, že transport vlhkosti od pokožky do okolí je prakticky nemožný. Důsledkem toho je pokožka těla i oděv vlhký. Za takovýchto okolností nemůžeme dosáhnout dokonalého komfortu.

V podmínkách, které jsou v horkých suchých oblastech se dobře daří plísním a hnilobám na přírodních materiálech. Tomuto nebezpečí lze částečně zabránit použitím protiplísňové úpravy. Oděv by měl poskytovat ochranu před jedovatými živočichy a rostlinami, kteří se v těchto oblastech hojně vyskytují. Zároveň by měl mít oděv co nejméně vrstev [1].

3. Termoregulace

Termoregulace je schopnost organismu udržovat stálou teplotu těla, přestože produkce tepla, jeho příjem i ztráty, nepřetržitě kolísají. Organismus člověka představuje samoregulační systém, který je zaměřen na udržení stálosti vnitřního prostředí na základě rovnováhy mezi množstvím tepla vytvořeného organismem a množstvím tepla odevzdaného do okolního prostředí [1].

Člověk si díky různým termoregulačním mechanismům udržuje stálou teplotu. Tato teplota kolísá v rozmezí $\pm 4^{\circ}\text{C}$ okolo průměrné hodnoty $36 - 37^{\circ}\text{C}$. Kolísání je zapříčiněno vnitřními vnějšími vlivy [1].



Obr. č. 1 termoregulační systém člověka

Obrázek č. 1 zachycuje termoregulační systém lidského těla. Metabolické procesy udržují ve fyzickém jádru optimální teplotu asi 37°C . Pouze když je tělesná jádra v této teplotě mohou v něm probíhat harmonicky různé životní funkce. Vnitřní teplota organismu zůstává konstantní, jestliže je množství tepla vyprodukované tělem rovno teple odevzdanému do okolního prostředí [1].

Teplota organismu není stále stejná. Na různých částech těla a i v těchto místech teplota kolísá. Toto kolísání je na okolním prostředí a na fyziologickém stavu těla. $34 - 36^{\circ}\text{C}$, tedy nejvyšší teplotu, naměříme na nejlépe prokrvených částech těla. Na

okrajových částech těla, jako jsou ruce a nohy, naměříme teplotu pokožky asi 29 - 31°C. Nejchladnějšími místy s teplotou 23 - 28°C jsou špička nosu, ušní lalůčky a špičky prstů. Teplota jádra organismu je nejvyšší a činí přibližně 37°C. Tato teplota by měla být u zdravého člověka udržována za všech okolností [1].

Při běžném prokrvení organismu nezačíná pocení ani pocit chladu. Je to stav, při kterém člověk vydrží pracovat neomezeně dlouho, vyjadřuje stav termofyziologického komfortu. Je tedy podstatné, aby se vyráběly oděvy tak, aby jejich schopnost přenosu tepla, kapalně i plynné vlhkosti a někdy i vzduchu zajišťovaly při nošení optimální hodnoty [1].

3.1. Přenos tepla

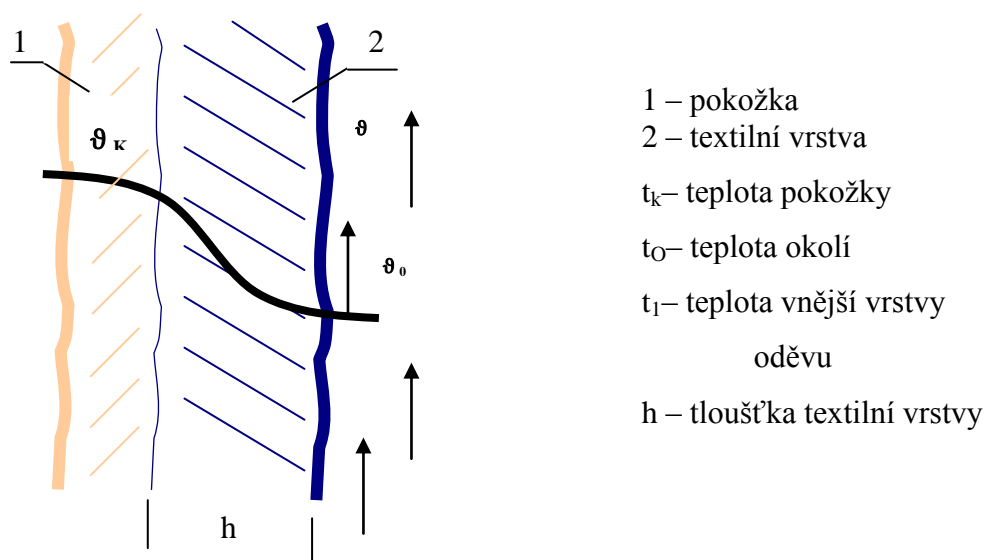
K přenosu tepla mezi živým organismem a okolím dochází následujícími způsoby [1]:

- Kondukcí (vedením)
- Konvekcí (prouděním)
- Radiací (zářením)

3.1.1. Kondukcce (přenos tepla vedením)

Kondukcí kůže ztrácíme až 5% tepla tehdy, je-li kůže v kontaktu s chladnějším prostředím. Jde zejména o přenos tepla chodidly, zádní částí těla při sezení či spánku.

Vedení tepla je hlavním mechanismem přenosu tepla v tenkých vrstvách v oděvních systémech [1]



Obr. č. 2 - Přenos tepla kondukcí [1]

Fourierův zákon: vyjadřuje úměrnost mezi tokem tepla q [W/m²], tepelnou vodivostí λ [W/m . K] a teplotním gradientem $\Delta t/\Delta x$:

$$q = - \lambda \cdot \Delta t/\Delta x \quad (1)$$

Tepelná vodivost různých materiálů se od sebe liší [1]:

- Měď a stříbro – cca 300 [W/m.K]
- Nikl – 15 [W/m.K]
- Stavební materiály a keramika – od 0,3 do 2 [W/m.K]
- Polymery – 0,2 až 0,4 [W/m.K]
- Voda – 0,6 [W/m.K]

Důležitým vztahem při hodnocení tepelného komfortu je vztah pro tepelný odpor R [m²K/W] deskových materiálů. (např. plošné textilie, tenké vzduchové vrstvy a jiné plošné materiály) o tloušťce h [m] [1]:

$$R=h/\lambda \quad (2)$$

Tepelný odpor vzduchové vrstvy v oděvu dosahuje svého maxima pro $h = 5$ mm. Celkový tepelný odpor oděvu R_{CL} je závislý na odporu a počtu jednotlivých oděvních vrstev [1]:

$$R_{CL}=R_1+R_2+R_3+..... \quad (3)$$

Vedlejší jednotkou tepelného odporu textilií je CLO. Jedno clo představuje 0,155 [m²K/W]. To v praxi odpovídá průměrnému tepelnému odporu tzv. business suitu, tj. úplnému pánskému oblečení, do kterého patří spodní prádlo, kalhoty, košile, vesta i sako. Hodnota ale nezahrnuje odpor vnější vrstvy RE, protože její odpor velice závisí na rychlosti proudění vnějšího vzduchu [1].

Celkový tok tepla: tepelný výkon Q^* [W] procházející oděvem o ploše A_{CL} vedením v důsledku teplotního gradientu $\Delta t = t_S - t_E$ je dán rovnicí [1]:

$$Q^* = A_{CL} \cdot q = \Delta t \cdot A_{CL} / R_{TOT} \quad (4)$$

$$R_{TOT} = R_{CL} + R_E \quad (5)$$

3.1.2. Konvekce (přenos tepla prouděním)

Konvekce je nejvýznamnější přenos tepla mezi lidským organismem a okolím. Teplo je transportováno částicemi tekutin pohybujícími se rychlostí v [m/s]. Mezi daným objektem a prostředím se vytváří tepelná mezní vrstva o tloušťce δ , ve které se uskutečňuje teplotní spád. Tloušťka mezní vrstvy je vyšší při laminárním proudění a klesá u proudění turbulentního. Turbulentní proudění je v případě, kdy tzv. Reynoldsovo číslo Re převyšuje 2300 [1].

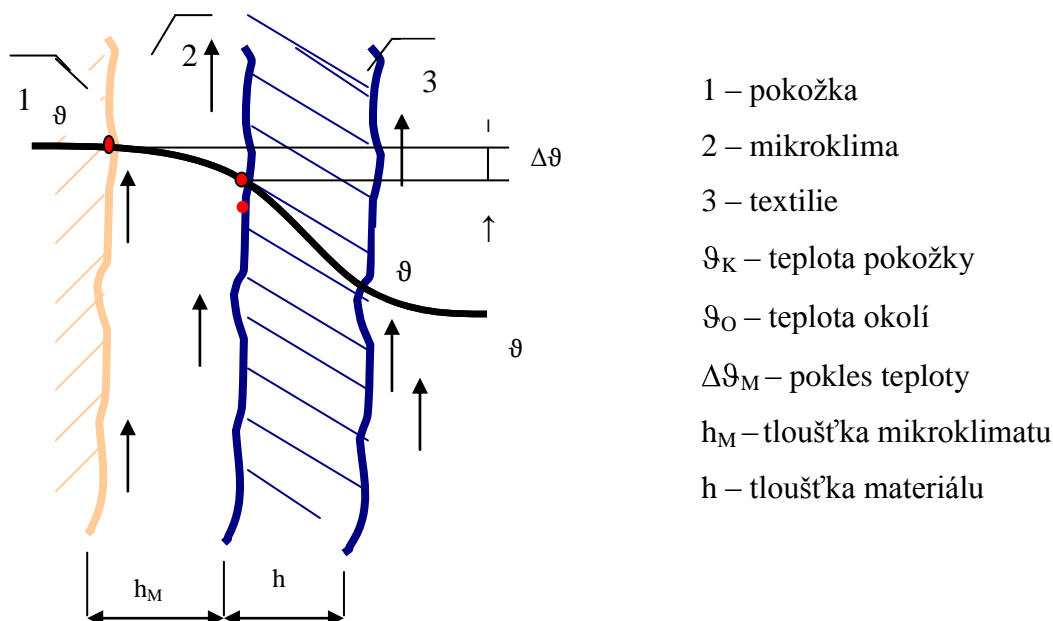
$$Re = vd/\nu \quad (6)$$

d rozměr objektu [m]

ν dynamická viskozita tekutiny [m^2/s]

Při turbulentním proudění je přenos tepla intenzivnější než při laminárním. Dále bychom mohly proudění rozdělit na přirozené a nucené [1].

Tepelný tok q přenášený jakýmkoliv prouděním vyjadřuje Newtonův zákon [1]:



Obr. č. 3 – přestup tepla prouděním [1]

Koeficient přestupu tepla α_c [$\text{W/m}^2\text{K}$] můžeme spočítat vztahy [1]:

$$\alpha = 2,38 (t_{sk} - t_a)^{0,25} \quad \text{pro volnou konvekci (volné proudění)} \quad (8)$$

$$\alpha = 3,5 + 5,2 v \quad \text{pro nucenou konvekci s rychlostí 0-1 m/s}$$

$$\alpha = 8,7 v^{0,6} \quad \text{u vyšších rychlostí proudění}$$

Teplotní spád na tepelné mezní vrstvě při přestupu tepla prouděním je důsledkem vnějšího tepelného odporu $R_{\text{mezní vrstvy}} = R_E$, který musí být zahrnut do celkového tepelného odporu R_{TOT} . R_E můžeme určit ze vztahu [1].

$$R_E = 1/\alpha \quad (9)$$

V oděvních systémech se část tepla přenáší také zářením, což lze zahrnout lineárním koeficientem přestupu tepla zářením α_c [1].

3.1.3. Radiace (přenos tepla zářením)

Záření tvoří elektromagnetické vlnění, které se šíří prostorem o rychlosti $c = 300\,000\,000$ m/s. Toto záření o délce vlny λ , lze také přiřadit frekvenci záření f , a to dle vztahu [1]:

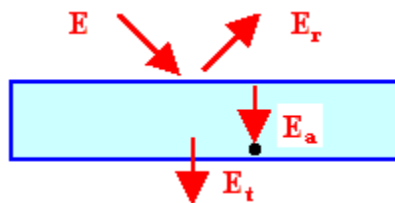
$$f = \frac{c}{\lambda} \quad (10)$$

Dle vlnových délek rozeznáváme záření [1]:

- Gama
- Rentgenové (RTG)
- Ultrafialové (EUV)
- Ultrafialové optické
- Infračervené
- Submilimetrové
- Mikrovlnné
- Radiové

Při dopadu záření na povrch může dojít k [1]:

- Odrazu záření
- K pohlcení
- K průchodu záření objektem



Obr. č. 4 – Rozptyl záření při dopadu [1]

Rovnice energetické bilance [1]:

$$E = E_{\rho} + E_{\alpha} + E_{\tau} \quad (11)$$

E – hustota zářivého toku dopadajícího

E_{ρ} – hustota zářivého toku odraženého

E_{α} – hustota zářivého toku absorbovaného

E_{τ} – hustota toku prošlého objektem

Když zavedeme do této rovnice označení reflektance ρ , absorptance α , transmittance τ , dostaneme tak Kirchhoffův zákon [1]:

$$\rho + \alpha + \tau = 1$$

ρ – reflektance

α – absorptance

τ - transmittance

Reflektance je poměr množství světla odraženého od objektu k celkovému množství světla dopadajícího na objekt [1].

Absorptance je poměr množství světla absorbovaného v objektu k celkovému množství světla dopadajícího na objekt [1].

Transmitace je poměr množství světla, které prochází objektem, k celkovému množství světla dopadajícího na objekt [1].

Hodnoty těchto tří veličin závisí na druhu a stavu objektu a na jakosti jeho povrchu. Mohou nastat extrémní případy, které se ale v praxi nevyskytují [1]:

- $\rho = 1$ – dokonale lesklé těleso, které veškerou dopadající zářivou energii odráží
- $\alpha = 1$ – dokonale černé těleso, které všechnu dopadající zářivou energii pohlcuje
- $\tau = 1$ – dokonale transparentní těleso, které všechnu dopadající zářivou energii propouští

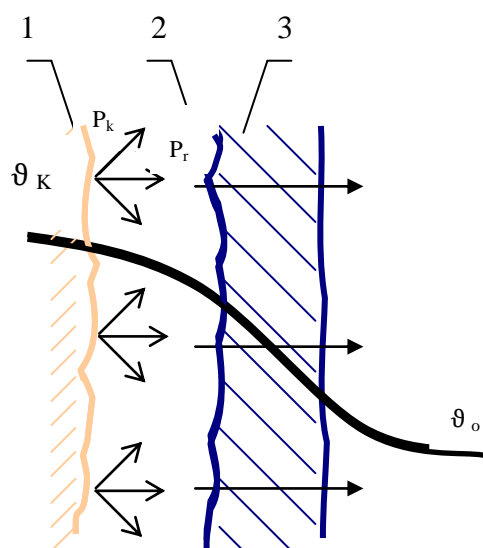
3.2. Odvod plynné vlhkosti z povrchu lidského těla

Vlhkost ve formě vodní páry může být v oděvním systému přenášena vedením a prouděním. Hnací silou je zde gradient mezi koncentrací nasyceným tlakem p_{wsat} [Pa] na povrchu lidské kůže a aktuální koncentrací vodní páry parciálním tlakem p_{we} [Pa] v okolním prostředí. Opačný poměr zmíněných parametrů násobených 100x je nazýván relativní vlhkost ϕ [%] [1].

Při dostatečném gradientu hnací síly se s odparem vlhkosti m^* [kg/m²s] z povrchu kůže odvede tepelný tok q [W/m²] vyjádřený vztahem [1]:

$$q = m^* L \quad (12)$$

L značí výparné teplo vody, které má při 20°C hodnotu cca 2 400 000 J/kg. Tak to vysoké výparné teplo umožňuje dosáhnout termofyziologického komfortu i při vysoké teplotě vzduchu, pokud je vzduch dostatečně suchý, tj. pokud je relativní vlhkost vzduchu ϕ nižší než 60 -70%. Pokud je však relativní vlhkost vzduchu ϕ větší než 90%, pak při teplotě nad 35°C není dosažitelný [1].



1 – pokožka, 2 – mikroklima, 3 – textilie

P_K – parciální tlak vodních par na povrchu kůže

P_T – parciální tlak vodních par na vnitřním povrchu první textilní vrstvy

P_O – parciální tlak vodních par ve vnějším prostředí

ϑ_K – teplota pokožky

$P_K > P_T$

ϑ_O – teplota okolí

Obr. č. 5 – přenos vlhkosti vedením [1]

Množství páry m^* [$\text{kg/m}^2\text{s}$] které se přenáší vzduchovou mezerou o tloušťce h je úměrné difúznímu koeficientu D_p [kg/m.s.Pa] a gradientu parciálního tlaku $\Delta p_{\text{parc}} / \Delta x$ podle 1. Fickova zákona [1]:

$$m^* = - D_p \cdot \Delta p_{\text{parc}} / \Delta x = - D_p \cdot (p_{\text{WSAT}} - p_{\text{WE}}) / h \quad (13)$$

3.2.1. Přenos vlhkosti (hmoty) prouděním

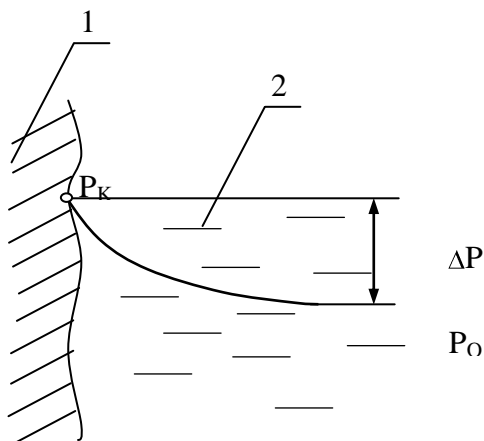
Vztah pro přenos vlhkosti prouděním [1]:

$$m^* = \beta_p (p_{\text{WSAT}} - p_{\text{WE}}) = \beta_c (C_{\text{WSAT}} - C_{\text{WE}}) \quad (14)$$

Podobně jako koeficient přestupu tepla prouděním α roste s rychlostí vzduchu, tak je koeficient přestupu vlhkosti prouděním β_p [$\text{kg/m}^2\text{s.Pa}$] úměrný rychlosti vzduchu [1].

3.3. Odvod kapalně vlhkosti z povrchu lidského těla

Lidský organismus produkuje vodu ve formě potu pomocí termoregulační činnosti. Při odpařování potu dochází k ochlazení lidského organismu. Podmínkou odparu z volného povrchu kůže je dostatečný rozdíl parciálních tlaků páry [1].



1- pokožka

2- venkovní vzduchová vrstva

$$\Delta P = P_K - P_O$$

spád parciálního tlaku páry

P_K - parciální tlak páry u pokožky

P_O - parciální tlak páry v okolním

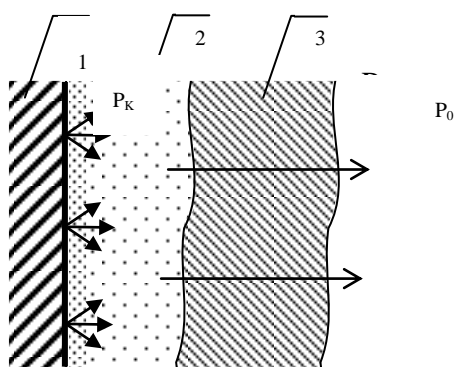
Obr. č. 6 – Odvod vlhkosti z volného povrchu pokožky odparem [1]

Transport vlhkosti u oblečeného člověka se řídí [1]:

- Difúzí
- Kapilárně
- Sorpčně

3.3.1. Difuze

Difúzní prostup vlhkosti z povrchu kůže přes textilií se uskutečňuje prostřednictvím pórů. Vlhkost proniká ve směru nižšího parciálního tlaku vodní páry. Difuzní odpor dílčích oděvních vrstev se sčítá, přičemž značnou roli hraje i odpor vzduchových mezivrstev [1].



$$P_K > P_O$$

1 – pokožka

2 – mikroklima

3 – vrstva textilie

Obr. č. 7– Difúzní odvod [1]

Vteřinové množství páry m^* [$\text{kg/m}^2\text{s}$], které se přenáší difúzí je úměrné difuznímu koeficientu D_P [kg/m.s.Pa] a gradientu parciálního $\Delta p_{\text{parc}} / \Delta x$ podle Fickova zákona[1]:

$$m^* = - D_P \cdot \Delta p_{\text{parc}} / \Delta x = - D_P \cdot (p_{\text{WSAT}} - p_{\text{WE}}) / h = (p_{\text{WSAT}} - p_{\text{WE}}) / R \quad (15)$$

3.3.2. Kapilární odvod

Kapilární odvod potu spočívá v tom, že kapalný pot na kůži v kontaktu s první textilní vrstvou a jejími kapilárními cestami vzlíná do její plochy. Jedná se o tzv. knotový efekt. Kapilární tlak ΔP , který způsobuje tok kapalně vlhkosti od velkých pórů o efektivním poloměru R k malým pórům o poloměru r , je úměrný povrchovému napětí vody γ a funkci \cos kontaktního úhlu Θ podle rovnice [1]:

$$\Delta P = 2\gamma [(p_r \cdot \cos \Theta_r / r) - p_R \cdot \cos \Theta_R / R] \quad (16)$$

P ... představuje zvětšení vnitřního povrchu kapilárních kanálů.

Pro dosažení naprostého odvodu vlhkosti, musí být struktura příze celistvá a prostor mezi speciálně tvarovanými vlákny co nejmenší. Následně musí být přilnavost mezi vláknem a kapalinou dostatečně malá, aby výsledný silový účinek upřednostňoval pohyb vlhkosti. Vlákná, která mají adhezni síly větší, než kapilární jsou například vlákna bavlněná a viskózová [1].

3.3.3. Sorpce

Sorpční proces se zakládá na vniku vlhkosti do chaotických mezimolekulárních oblastí ve stavbě vlákna a následném navázání na hydrofilní skupiny v molekulové struktuře. Proces je závislý na použití textilie, která alespoň částečně obsahuje sorpční vlákna [1].

4. Propustnost vzduchu a propustnost vodních par

Propustnost představuje průnik vzduchu, nebo vodních par přes vrstvu textilie. Propustnost vlhkost, teploty, vzduchu a vody má velký význam ve fyziologii odívání. Oděv by měl zaručit i tepelnou pohodu, ochranu před horkem a zimou a správnou výměnu vlhkosti mezi prostředím a tělem. Permeabilita mezi tělem a okolním prostředím může být uskutečněna v obou směrech. Rychlost prostupu záleží na velikosti tlakového gradientu a na tom, zda je textilie mokrá či suchá [1].

4.1. Propustnost vodních par

Propustnost vodních par je schopnost textilie propouštět vodu v podobě vodních par z prostoru omezeného daným materiálem [3].

Prostup vodních par závisí na sorpčních a transportních vlastnostech dílčích oděvních materiálů, na pórovitosti textilie, dostavě tkaniny, povrchové úpravě a konstrukčním řešení oděvu [1].

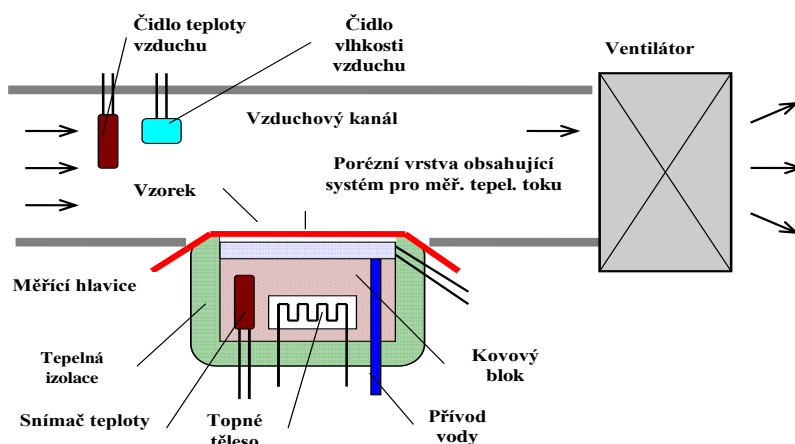
Metody pro měření propustnosti vodních par [1]:

- Metoda měření relativní propustnosti vodních par dle normy ČSN 800855 (Gravimetrická metoda)
- Metoda DREO
- Skin model
- Permetest

Postupy jak zkoumat propustnosti vodních par se zakládají na tom, že se na obou stranách zkoumané textilie vytvoří vlhkost a pak se zkoumá množství vody, které prošlo touto textilií [2].

4.1.1. Permetest

Přístroj je založený na přímém měření tepelného toku q procházejícího povrchem tepelného modelu lidské pokožky. Povrch modelu je porézní a je zavlhčován, čímž simuluje funkce ochlazování pocením. Na tento povrch je přiložen přes separační folii měřený vzorek. Vnější strana vzorku je ofukována [1].



Obr. 8 – schéma přístroje PERMETEST

Při měření výparného odporu a paropropustnosti je měřicí hlavice pomocí elektrické topné spirály a regulátoru udržována na teplotě okolního vzduchu. Tento vzduch je do přístroje nasáván. Obvykle je to teplota mezi 20°C – 23°C. Při procesu měření se vlhkost v porézní vrstvě mění v páru, která přes separační fólii prochází daným vzorkem. Výparný tepelný tok je měřen snímačem a jeho hodnota je přímo úměrná paropropustnosti textilie nebo nepřímo úměrná jejímu výparnému odporu [1].

Nejdříve měříme tepelný tok bez vzorku a poté znovu se vzorkem. Přístroj zaznamenává příslušné tepelné toky q_o a q_v . Při měření tepelného odporu textilního vzorku je suchá měřicí hlavice udržována na teplotě o 10 – 20°C vyšší než je teplota okolního vzduchu. Tepelný tok, který se odvádí ze vzorku konvekcí do okolního proudícího vzduchu je znovu zaznamenáván [1].

Výhodou je relativně krátká doba měření a možnost měření v jakýchkoliv běžných klimatických podmínkách [1].

Stanovení relativní propustnosti pro vodní páry

Přístroj měří relativní propustnost textilií pro vodní páry p [%]. Což je parametr, který je praktický a kde 100% propustnost představuje tepelný tok q_o vyvozený odparem z volné vodní hladiny o stejném průměru jaký má zkoumaný vzorek. Zakrytím hladiny vzorkem se tepelný tok sníží na hodnotu q_v [1].

Platí:

$$p = 100 (q_v / q_o) [\%] \quad (17)$$

stanovení výparného odporu [1]:

$$R_{et} = (P_m - P_a) (q_v^{-1} - q_o^{-1}) \quad (18)$$

Stanovení tepelného odporu [1]:

Měření probíhá bez vlhčení stejným způsobem. Tepelný odpor R_{ct} je odpor proti prostupu tepla vzorkem při definované teplotě t_m jeho jedné strany a při přenosu tepla konvekcí z jeho druhé strany do vzduchu o teplotě t_a , přičemž tepelný odpor vnější vrstvy se odečítá [1].

$$R_{ct} = (t_m - t_a) (q_v^{-1} - q_o^{-1}) \quad (19)$$

q_o plošná hustota tepelného toku procházející měřicí hlavici nezakrytou měřeným vzorkem [W/m²]

q_v	plošná hustota tepelného toku procházející měřicí hlavici zakrytou měřeným vzorkem [W/m^2]
P_m	nasycený parciální tlak vodní páry na povrchu měřicí hlavice [Pa]
P_a	parciální tlak vodní páry ve vzduchu ve zkušebním prostoru při teplotě vzduchu ve zkušebním prostoru [Pa]
p	relativní propustnost pro vodní páry [%]
R_{ct}	tepelný odpor vzorku [$m^2.K/W$]
R_{et}	výparný odpor vzorku [$m^2.Pa/W$]
ϕ	relativní vlhkost vzduchu [%]
t_m	teplota povrchu měřicí hlavice [$^{\circ}C$]
t_a	teplota vzduchu proudícího kanálem podél měřicí hlavice [$^{\circ}C$]

Přístroj můžeme použít pro měření [1]:

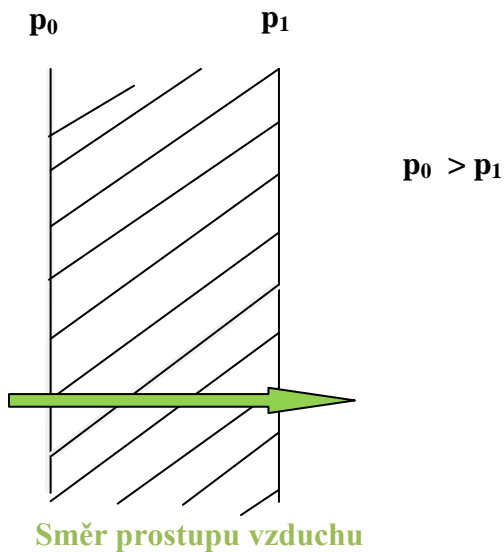
- Měření tepelného odporu textilií při stabilizované teplotě textilie 32 $^{\circ}C$, nebo při zvoleném rozdílu teploty hlavice a teploty v kanálu v mokrému či suchém režimu.
- Měření výparného odporu a relativní paropropustnosti textilií při izotermních podmínkách
- Měření výparného odporu a relativní paropropustnosti textilií za anizotermních podmínek.

4.2. Propustnost vzduchu

Propustnost vzduchu lze také nazvat prodyšnost. Ta je vyjádřena jako rychlost proudění vzduchu přes textiliu [3].

Při vysoké fyzické zátěži můžeme část tepla odvést z oděvního systému větráním. U sportovních dresů je prodyšnost žádoucí, ale u zimního oblečení nebo oblečení pro vysokohorskou turistiku je naopak vysoká prodyšnost zakázána.

Prodyšnost je vlastnost, kterou musíme hodnotit [3].



Obr.9 – Prostup vzduchu [3]

Princip zkoušky prodyšnosti spočívá v nasátí vzduchu skrz plochu textilie při stanoveném tlakovém spádu. Tedy na plochu textilie působí z obou stran různé barometrické tlaky. Pro měření prodyšnosti se používá elektronický přístroj FX 300 od švýcarské firmy TEXTTEST AG [1, 3].

Prodyšnost můžeme vypočítat podle následujícího vzorce [3]:

$$R = \frac{q_v}{S} \cdot 167 \quad (20)$$

R prodyšnost [mm.s⁻¹]

q_v průměrný objem vzduchu [l.min⁻¹]

S zkušební plocha vzorku [cm²]

167 přepočítávací faktor z l.min⁻¹ na cm², na mm za sekundu

Rychlost proudění je ovlivněna četností a velikostí pórů, tloušťkou a úpravami textilie [1, 3].

5. Hygienické požadavky na oděv

Oděv, který je vyrobený s přihlédnutím k hygienickým požadavkům uživatele, by měl hlavně zajistit běžné životní činnosti člověka. Měl by chránit organismus před nepříznivými vlivy okolí, např. před nízkými a vysokými teplotami, slunečním zářením, deštěm, sněhem a větrem [2].

Oděv by měl plnit tedy takovou funkci podle toho kde a v jakých podmínkách se člověk nachází.

5.1. Hygienické požadavky kladené na materiály při sportovní činnosti

Hlavní funkcí oděvu je udržovat organismus v teple a suchu. Ukazateli tepelného stavu organismu jsou tělesná teplota, vylučování potu, teplota kůže, pocit tepla [7]. Oděv, který je vyrobený s přihlédnutím k hygienickým požadavkům uživatele, by měl hlavně zajistit běžné životní činnosti člověka. Měl by chránit organismus před nepříznivými vlivy okolí, např. před nízkými a vysokými teplotami, slunečním zářením, deštěm, sněhem a větrem.

Tak jak se od sebe liší jednotlivé sporty, tak se od sebe liší i sportovní oděvy, proto jsou požadavky na ně odlišné. Oděvy určené pro sport jsou většinou v přímém kontaktu s lidskou pokožkou. Požadavky na materiály na výrobu sportovního oblečení jsou tedy vysoká savost, prodyšnost a paropropustnost [2].

Obecně lze žádat, aby sportovní oděvy splňovaly následující požadavky kladené na oděv při pohybu [2]:

- Nesmí bránit pohybu – přílišná těsnost, nadměrná volnost
- Prodyšnost
- Odvod vlhkosti od pokožky
- Dobrá tepelná propustnost
- Neměl by vyvolávat dermatologickou dráždivost
- Stálobarevnost při UV záření, za mokra – při pocení
- Rozměrová stálost
- Odolnost v oděru a šmolkování
- Nízká hmotnost
- Ochrana před UV zářením
- Celkový pocit pohodlí a komfortu při nošení

Důležitá je i konstrukce o děvu. Materiál by měl umožnit dostatečnou volnost pohybu, ale zároveň by neměl omezit sportovní výkony. Neméně důležité jsou i užité vlastnosti. Jelikož se člověk při sportu potí a po každém výkonu svůj oděv vypere, tak se zde klade důraz na stálobarevnost materiálu při praní, v potu, v otěru za mokra i za sucha, nesrážlivost, nemačkovost [2].

PRAKTICKÁ ČÁST

6. Firma GASSO

Firma se řídí osobní zkušeností. Tedy tím co si majitelé zažili a co určitě zná každý člověk.

Každý rodič si určitě vyzkoušel, co znamená každý den ráno oblékat a večer svlékat vlastní děti. Určitě všichni rodiče vědí, že je k tomu potřeba trpělivost a zejména vysoká kvalita oblečení [6].

Proto začali rodiče uplatňovat následující Murphyho zákon:

- Když vaše první dítě zahodí dudlík, vysterilizujete ho a umyjete dítě
- Když vaše druhé dítě zahodí dudlík, seberete ho z podlahy, otřete ho o triko a dejte mu ho zpátky do pusy
- Když vaše třetí dítě zahodí dudlík, nechte psa, ať mu ho dá

Podle těchto poznatků tvoří firma GASSO kolekce oblečení a doplňků už přes 10 let. Ve věcech od této firmy si děti neudělají ostudu ve škole či školce, ale ani na hřišti nebo tréninku. Každý den, když přijdou domů a v předsíni se svléknou, zjistíte, že celodenní námahu vašich dětí oblečení vydrželo.

Firma GASSO obléká jak sportovní oddíly, ale i dámy, pány a děti [6].

7. Sortiment firmy GASSO

Firma nabízí pestrou škálu sportovního oblečení pro různé druhy sportů, např.: atletika, plavání, gymnastika, aerobik, lyžování, basketbal... [7].

Sortiment výrobků

- Trička
- Tepláky
- Zateplené kalhoty
- Kraťasy
- Šortky
- Funkční prádlo
- Mikiny
- Bundy
- Dresy (gymnastické, basketbalové,...)
- Doplňky

8. Popis měřených materiálů

Firma GASSO mi poskytla 8 různých druhů vzorků. Vzorky jsou převážně pleteniny až na soft shell, což je tří vrstvý materiál a soft shell-zátěr, který je tkanina. Ukázky těchto vzorků naleznete v příloze č. 1

8.1. TAHITI

Popis materiálu:

Lehký, vzdušný materiál. Firma GASSO používá tento materiál na výrobu triček.

Parametry pleteniny:

- Složení: 79% polyester
21% lycra
- Vazba: Osnovní pletenina
- Plošná hmotnost: 155 [g/m²]

8.2. CARBON

Popis materiálu

Materiál je jemný a příjemný na omak, zároveň je lehký a snižuje tělesnou teplotu při zátěži. Carbon je materiál, který má ve svém složení carbonová vlákna. Carbonová vlákna, jsou vlákna, která obsahují uhlík. Jsou to vlákna velmi pevná, ale zároveň lehká. Používá se na výrobu dresů.

Parametry pleteniny

- Složení: 96% polyester
4% carbon
- Vazba: jednolící zátěžná pletenina s chyty
- Plošná hmotnost 130 [g/m²]

8.3. SHIELD

Popis materiálu

Hladký elastický materiál, který má velmi dobré vlastnosti jako např. pružnost, trvanlivost. Materiál poskytuje pohodlí a volnost pohybu. Tento materiál obsahuje elastická vlákna Lycra. Vlákna Lycra, zaručují, že elasticita materiálu bude stále stejná po celou dobu jeho životnosti. Vlastnost vlákna roztáhnout se a vrátit se do původního stavu, zlepšuje vlastnosti každého výrobku. Firma tento materiál využívá na výrobu elastůků různé délky.

Parametry pleteniny:

- Složení: 80% polyester
20% lycra
- Vazba: osnovní pletenina
- Plošná hmotnost: 240 [g/m²]

8.4. GAVIE

Popis materiálu:

Elastický materiál, který se pro své izolační vlastnosti využívá na oblečení do nízkých teplot, kde je potřeba udržet stálou teplotu těla. Jedná se zejména o lyžařské kombinézy, mikiny, kombi trika. Tento materiál, také obsahuje vlákna Lycra.

Parametry pleteniny:

- Složení: 87% polyester
13% lycra
- Vazba: osnovní pletenina počesaná z rubu
- Plošná hmotnost: 250 [g/m²]

8.5. COOLMAX

Popis materiálu

Lehký materiál vyrobený z polyesterového vlákna Coolmax. Vláknem má nízkou nasákavost a jeho čtyřlaločný průřez zvětšuje plochu povrchu. Díky tomuto tvaru, vlákna velmi rychle odvádí tělesnou vlhkost od pokožky a udržují tak organismus v suchu a pohodlí.



Obr. č. 10 - polyesterové vlákno
Coolmax [13]

Parametry materiálu:

- Složení: 100% polyester CoolMax
- Vazba: zátažná žebrová pletenina
- Plošná hmotnost: 135 [g/m²]

8.6. ATOM

Popis materiálu:

Hladký materiál s membránou No-wind. Materiál dobře izoluje proti větru a dobře dovádí pot od pokožky. Využívá se při výrobě vest a bund.

Parametry materiálu:

- Složení: 84% polyester
16% polyuretan
- Vazba: zátažná pletenina s chyty na rubní straně
- Plošná hmotnost: 145 [g/m²]

8.7. SOFT-SHELL

Popis materiálu:

Lehký elastický materiál. Zde se kombinují vlastnosti jako je prodyšnost, větruvzdornost a odolnost proti vodě a sněhu. Soft-shellové oděvy se vyznačují vysokým pohodlím. Tento materiál, je materiál s membránou a je tvořen třemi vrstvami.

Parametry materiálu:

- Složení: 100% polyester
+ membrána
- Vazba: 1.vrstva = tkanina s vazbou ripstop
2. vrstva = membrána
3. vrstva = zátažná pletenina s opakovaným chytem
- Plošná hmotnost: 93 [g/m²]

8.8. SOFT-SHELL ZÁTĚR

Popis materiálu

Je to materiál, který je lehký a elastický. Tento materiál je tvořený vnější a vnitřní vrstvou a na své rubní straně má zátěr. Zátěr vzniká nanesením tenké vrstvy speciální hmoty na bázi polyurethanu přímo na vnitřní část materiálu. Vzniká tak nepromokavá vysoce ohebná povrchová úprava látky. Zátěr může být různě silný – čím silnější, tím větší odolnost proti vodě, naopak nižší prodyšnost [15].

Parametry materiálu:

- Složení: polyamid
Polyuretan (v materiálech firmy nebylo určeno % podílu)
- Vazba: tkanina s vazbou ripstop se zátěrem na rubní straně
- Plošná hmotnost: 145 [g/m²]

9. Měření komfortních vlastností

Měření komfortních vlastností bylo prováděno na přístrojích PERMETEST, ALAMBETA a FX 300. Na přístroji permetest byla měřena relativní paropropustnost a výparný odpor. Na přístroji alambeta byla měřena měrná tepelná vodivost λ , tepelná jímavost b a tepelný tok p . Přístroj FX 300 měřil prodyšnost testovaných vzorků.

9.1. Relativní paropropustnost a výparný odpor

Měření na přístroji PERMETES probíhalo v laboratoři, kde bylo 23°C a relativní vlhkost vzduchu byla 27%. Měřeno bylo 8 vzorků. Každý z těchto 8 vzorků byl změřen pětkrát při měření paropropustnosti a výparného odporu. Z hodnot, které byly naměřeny, byl vypočítán aritmetický průměr, směrodatná odchylka a interval spolehlivost.

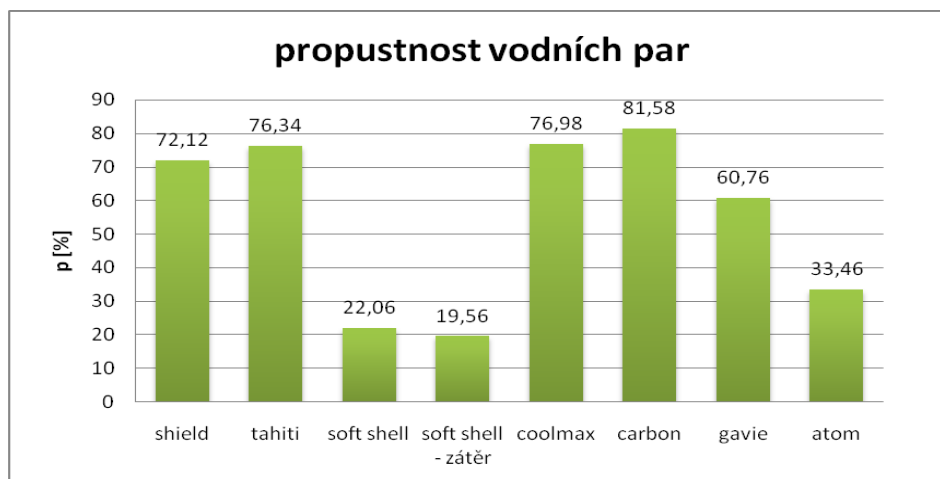
Měření probíhalo na Katedře hodnocení textilií v laboratoři, kde je přístroj PERMETES umístěn.

Skoro všechny měřené vzorky dosahovaly dobrých hodnot relativní paropropustnosti a výparného odporu. Tři vzorky se výrazně lišily a to SOFT-SHELL, SOFT-SHELL ZÁTĚR. A ATOM. Tyto vzorky jsou vzorky s membránou a používají se bundy, kalhoty a vesty.

Pro větší přehlednost jsou zde uvedeny grafy a tabulky s naměřenými hodnotami relativní paropropustnosti a výparného odporu.

Tabulka č. 2 – propustnost vodních par

počet měření	shield	tahiti	soft shell	soft shell - zátěr	coolmax	carbon	gavie	atom
1	74,1	75	20,9	17,2	77,5	80,8	58,8	34,1
2	72,9	76,5	20,9	25,7	83,1	82,1	55	34,2
3	71,1	77,2	24,1	20,1	78,2	81,7	64,3	33,2
4	71,6	77,5	22,2	17,5	69,4	82,7	62,3	32,1
5	70,9	75,5	22,2	17,3	76,7	80,6	63,4	33,7
Σ n	360,6	381,7	110,3	97,8	384,9	407,9	303,8	167,3
ø	72,12	76,34	22,06	19,56	76,98	81,58	60,76	33,46
s	1,35	1,07	1,31	3,64	4,92	0,88	3,84	0,86
v	1,87	1,4	5,94	18,61	6,39	1,08	6,32	2,57

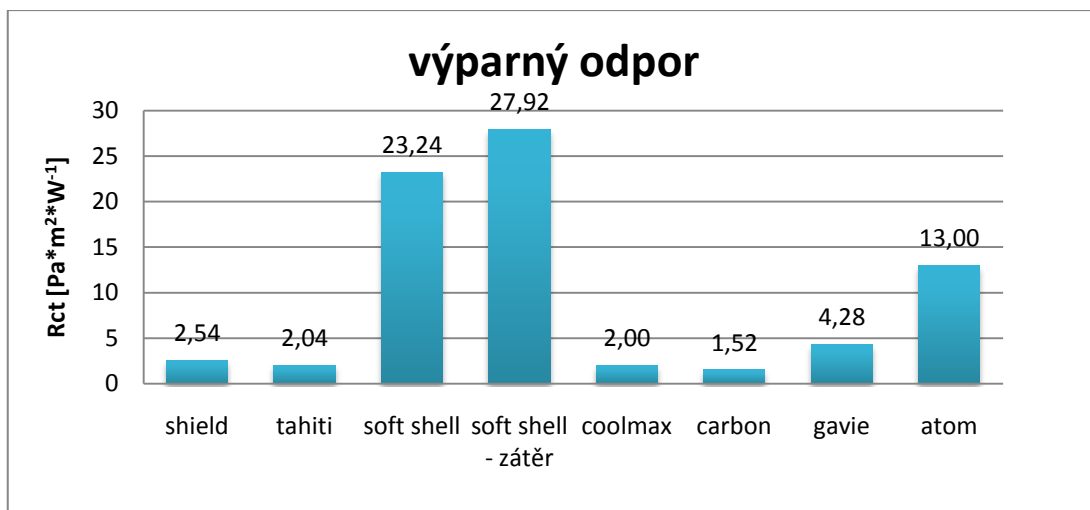


Graf č.1 – propustnost vodních par

Z grafu můžeme vyčíst, že nejvíce paropropustný je vzorek CARBON, což je lehký vzdušný materiál. Nejnižší paropropustnost má vzorek SOFT SHELL-ZÁTĚŘ. Tento materiál je pevná silná tkanina, která má z rubní strany zátěr.

Tabulka č. 3 – výparný odpor

počet měření	shield	tahiti	soft shell	soft shell - zátěr	coolmax	carbon	gavie	atom
1	2,4	2,2	24,7	31,9	1,9	1,6	4,5	12,4
2	2,4	2	24,9	19,2	1,4	1,5	5,3	12,5
3	2,6	2	21	26,7	1,8	1,5	3,7	13,1
4	2,6	1,9	22,5	30,5	2,9	1,4	4	13,9
5	2,7	2,1	23,1	31,3	2	1,6	3,9	13,1
Σ n	12,7	10,2	116,2	139,6	10	7,6	21,4	65
ø	2,54	2,04	23,24	27,92	2	1,52	4,28	13
s	0,13	0,11	1,62	5,28	0,55	0,08	0,64	0,60
v	5,12	5,39	6,97	18,91	27,5	5,26	14,95	4,62



Graf č. 2 – výparný odpor

Naměřené hodnoty výparného odporu by se měly krýt s hodnotami relativní paropropustnosti. Výparný odpor by měl být tím menší, čím větší je relativní paropropustnost.

Nejmenší relativní paropropustnost měly vzorky SOFT SHELL-ZÁTĚR, SOFT SHELL a ATOM. Z tohoto grafu je vidět, že vzorky SOFT SHELLU-ZÁTĚR a SOFT SHELLU mají největší výparný odpor. Naopak materiál COOLMAX měl v grafu č. 1 největší paropropustnost, a tak má nejmenší výparný odpor.

9.2. Měření prodyšnosti

Měření prodyšnosti probíhalo v laboratoři, kde bylo 23°C a relativní vlhkost vzduchu byla 27%. Měření probíhalo na přístroji FX 300. Měřeno bylo 8 vzorků. Každý z těchto 8 vzorků prošel pěti měřeními. Z hodnot, které byly naměřeny, byl vypočítán aritmetický průměr, směrodatná odchylka a interval spolehlivosti.

Měření probíhalo na Katedře hodnocení textilií v laboratoři, kde je přístroj FX 300 umístěn.

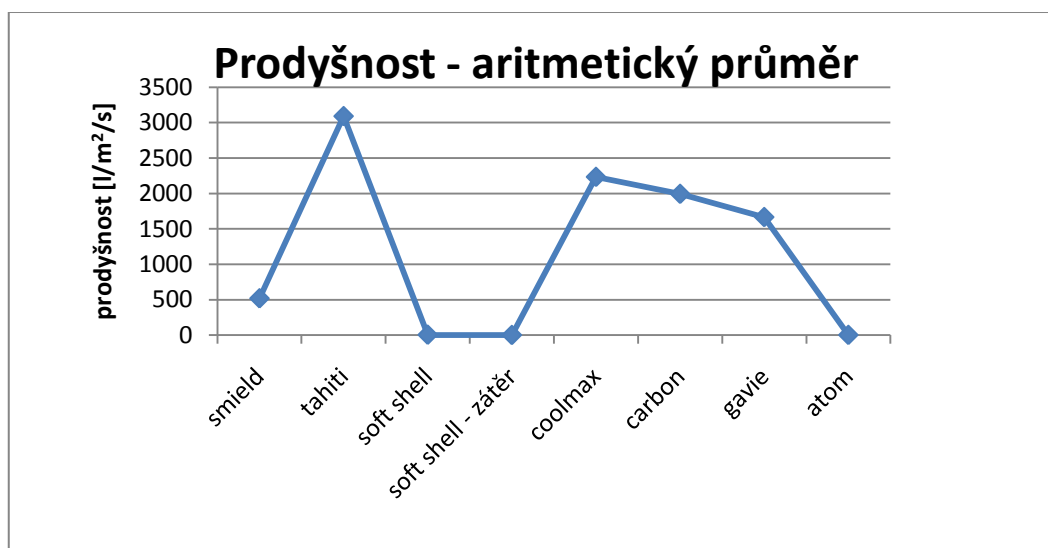
9.2.1. Přístroj FX 300

Princip přístroje spočívá ve vytvoření tlakového rozdílu mezi oběma povrchy právě zkoumané textilie a měření takto vyvolaného vzduchu. Měřený materiál nebo oděv se vkládají do přístroje v celku. Nemusíme tedy vystříhovat vzorek s danými rozměry, ale testovaná plocha by měla minimálně činit 5 cm². Výchozí jednotkou je l/m²/s.

Pro přehlednost je v práci uvedena tabulka s grafem naměřených hodnot prodyšnosti.

Tabulka č. 4 - prodyšnost

počet měření	shield	tahiti	soft shell	soft shell - zátěr	coolmax	carbon	gavie	atom
1	537	3000	3,58	0	2130	1750	1600	0,904
2	493	3050	3,49	0	2220	1960	1630	1,01
3	535	3230	3,66	0	2340	2120	1750	0,971
4	528	3040	3,45	0	2300	2130	1680	0,96
5	497	3140	3,49	0	2180	2010	1670	0,932
Σ n	2590	15460	17,67	0	11170	9970	8330	4,777
ø	518	3092	3,534	0	2234	1994	1666	0,9554
s	21,31	92,57	0,09	0	85,91	154,37	56,83	0,04
v	4,11	2,99	2,54	0	3,85	7,74	3,41	4,19



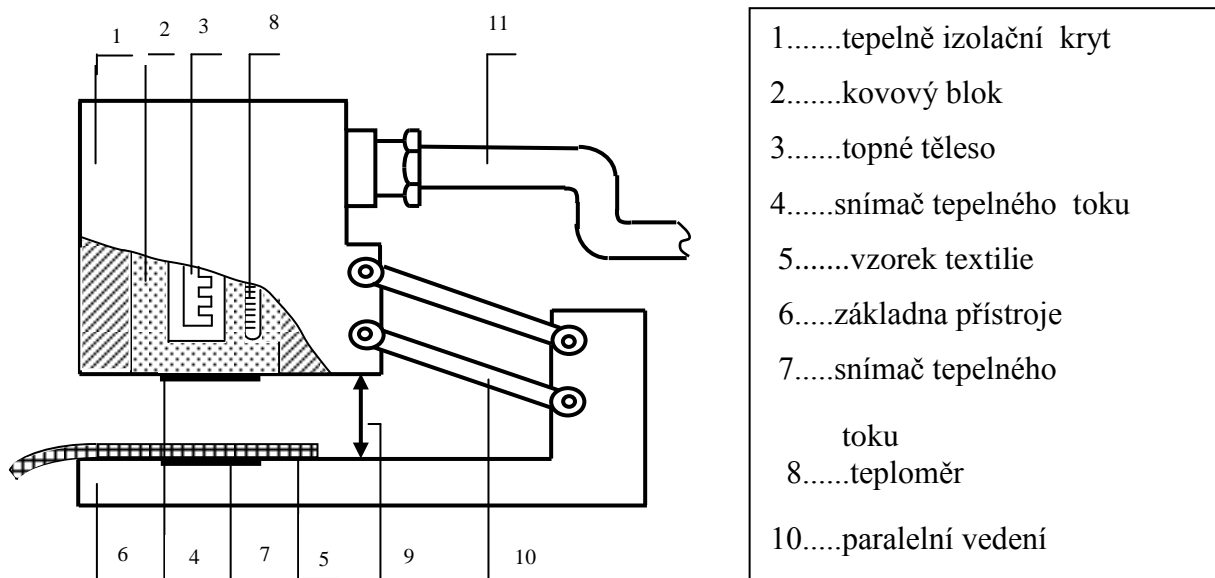
Graf č. 3 – prodyšnost – aritmetický průměr

Z tohoto grafu můžeme vyčíst, že nejvíce prodyšný byl materiál TAHITI, což je velmi lehký a vzdušný materiál. SOFT SHELL se ZÁTĚREM naopak nebyl vůbec prodyšný. Myslím si, že je tomu tak díky zátěru z jeho rubní strany. Materiály SOFT SHELL a ATOM byly taky málo prodyšné. Jsou to materiály s membránou a zároveň měly i největší výparný odpor a nízkou paroproustnost.

9.3. Měření pomocí přístroje ALAMBETA

9.3.1. Princip přístroje ALAMBETA

Jedná se o počítačem ovládaný, poloautomatický přístroj.



Obr. č. 11 – princip přístroje ALAMBETA

Princip přístroje byl vyvinut k měření termofyzikálních parametrů textilií. Po zahájení měření na tomto přístroji měřicí hlavice s měřícím systémem poklesne a dotkne se povrchu měřeného vzorku, ten je umístěn na základně přístroje. V tomto okamžiku se povrchová teplota vzorku změní a počítač začne zaznamenávat průběh tepelného toku. Zároveň fotoelektrický senzor změří tloušťku měřeného materiálu [1].

K simulaci reálných podmínek při hodnocení tepelného omaku je měřicí hlavice zahřátá na teplotu 32°C, což odpovídá průměrné teplotě lidské pokožky, kdežto textilie je udržována na teplotě 22°C [1].

9.3.2. Měřené parametry

Tloušťka materiálu h [mm]

Měrná tepelná vodivost λ [$W \cdot m^{-1} K^{-1}$] – Součinitel měrné tepelné vodivosti λ představuje množství tepla, které proteče jednotkou délky za jednotku času a vytvoří rozdíl teplot 1K. S rostoucí teplotou teplotní vodivost klesá. Hodnota udávaná přístrojem ALAMBETA se musí dělit 10^3 [1].

Tepelná jímavost b [$W \cdot m^{-2} \cdot s^{1/2} K^{-1}$] – parametr, který charakterizuje tepelný omak a představuje množství tepla v jednotkovém objemu [1].

Platí: $b = \sqrt{\lambda \cdot \rho \cdot c}$

Měření na přístroji ALAMBETA probíhalo v laboratoři, kde bylo 23°C a relativní vlhkost vzduchu byla 27%. Měřeno bylo 8 vzorků. Každý z těchto 8 vzorků prošel pěti měřeními. Z hodnot, které byly naměřeny, byl vypočítán aritmetický průměr, směrodatná odchylka a interval spolehlivosti.

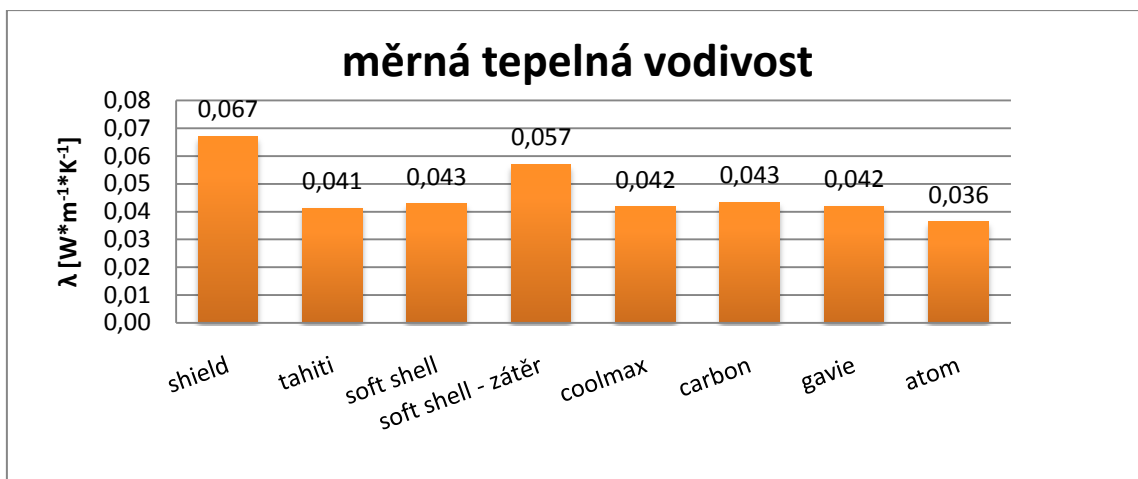
Měření probíhalo na Katedře hodnocení textilií v laboratoři, kde je přístroj ALAMBETA umístěn.

U materiálů SOFT SHELL, SOFT SHELL-ZÁTĚŘ, ATOM a CARBON jsou naměřené hodnoty hraniční, jelikož tloušťka h materiálu byla menší než 0,5 [mm].

Pro přehlednost je zde uvedena tabulka průměrných hodnot tepelné jímavosti b , měrné tepelné vodivosti λ a tloušťky h a příslušné grafy.

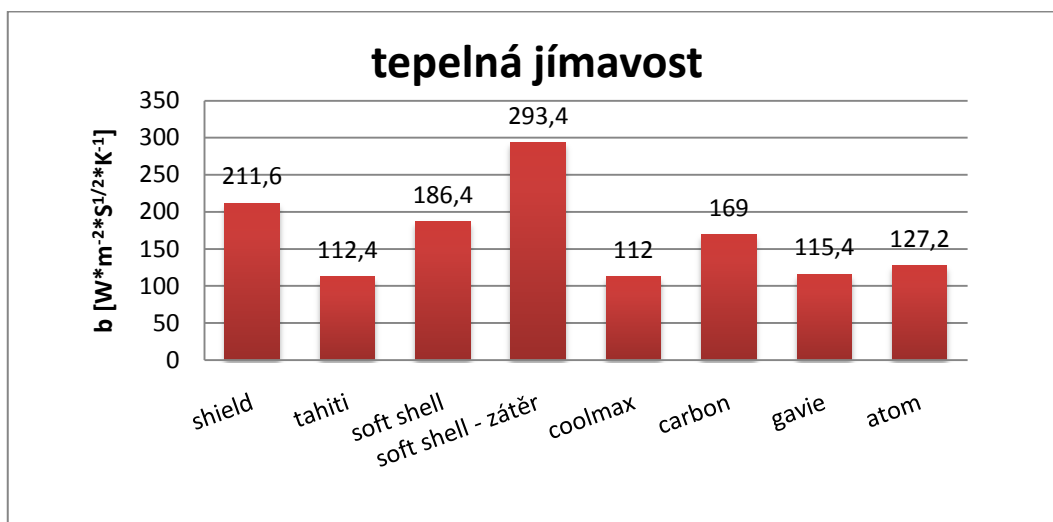
Tabulka č. 5 – hodnoty z přístroje ALAMBETA

	měrná tepelná vodivost λ	tepelná jímavost b	tloušťka h [mm]
shield	0,067	211,6	0,55
tahiti	0,041	112,4	0,75
soft shell	0,043	186,4	0,47
soft shell - zátěr	0,057	293,4	0,40
coolmax	0,042	112	0,62
carbon	0,043	169	0,38
gavie	0,042	115,4	1,61
atom	0,036	127,2	0,45



Graf č. 4 – vyhodnocení měrné tepelné vodivosti

Z grafu můžeme vyčíst, že nejvyšší tepelnou vodivost měl materiál SHIELD. Naopak nejmenší měrná tepelná vodivost byla u materiálu ATOM, což je nejspíše způsobeno membránou No-wind, který tento materiál má.



Graf č. 5 – vyhodnocení tepelné jímavosti

Graf tepelné jímavosti nám ukazuje, že nejnižší tepelná jímavost byla u materiálu COOLMAX, což je lehký materiál se speciálním vláknem. Nejvyšší tepelná jímavost se ukázala u materiálu SOFT SHELL-ZÁTĚŘ.

ZÁVĚR

Bakalářská práce byla zpracována na téma: „Fyziologický komfort sportovního oblečení fy GASSO“.

Cílem bakalářské práce bylo zjistit a porovnat vybrané fyziologické vlastnosti sportovních materiálů firmy GASSO. Každý materiál byl na příslušném přístroji změřen osmkrát, výsledky byly zaznamenány do tabulek a grafů a vyhodnoceny.

V teoretické části byly vysvětleny některé pojmy, které jsou potřebné k pochopení problematiky fyziologického komfortu. Praktická část bakalářské práce uvedla výsledky vybraných fyziologických vlastností daných materiálů. Každý materiál má jiné vlastnosti a záleží tedy, na co ho chceme použít a jaká vlastnost je tedy pro daný materiál lepší.

Nejvíce se od ostatních materiálů lišily SOFT SHELL a SOFT SHELL-ZÁTĚR. Tyto materiály měly nejnižší paropropustnost, naopak měly nejvyšší výparný odpor. Je to způsobeno membránou a zátěrem, který se u těchto materiálu vyskytují. Materiály používá firma GASSO na bundy, u kterých jsou tyto vlastnosti žádány. Tyto materiály byly zároveň nejméně prodyšné. Naopak největší propustnost vodních par a nejnižší výparný odpor měl materiál CARBON, což je lehký materiál s karbonovými vlákny. Nejvíce prodyšný byl velmi lehký a vzdušný materiál TAHITI. Měrná tepelná vodivost byla skoro u všech materiálů stejná. Více se lišil pouze materiál SHIELD. U tepelné jímavosti už byly výsledky více rozdílné, ale nejvyšší tepelnou jímavost měl materiál SOFT SHELL-ZÁTĚR.

Materiály CARBON, TAHITY a COOLMAX jsou materiály vhodné na trička a sportovní dresy. Jsou to velmi lehké materiály, dovolují více volnosti pohybu a zvolila bych je na sporty jako např. atletika, basketbal apod. SHIELD je pružný materiál, který umožňuje dostatečnou volnost pohybu. Díky této vlastnosti bych ho použila na běhání nebo atletiku. GAVIE, izolační materiál do nízkých teplot, kde je potřeba udržet stálou teplotu těla. Hodí se na mikiny, lyžařské kombinézy a elastíky. Použila bych ho tedy na běžkové lyžování a na běhání za nižších teplot. Materiál ATOM, je materiál s membránou No-wind. Dobře odvádí pot od pokožky. Využila bych ho jako střední vrstvu na lehké bundy a vesty. SOFT SHELL a SOFT SHELL-ZÁTĚR jsou tužší materiály než ostatní. Díky svým vlastnostem bych je použila na bundy a to jak na normální chůzi, tak třeba na zahřátí před sportovním výkonem v nepříznivém počasí.

Závěr by jsme mohly říci, že měřené materiály jsou vhodné pro výrobu sportovního oblečení. Je ale třeba si uvědomit na jaký sport, je vhodný jaký materiál. Musíme však

upozornit na požadavky pro konkrétní typ a funkčnost oděvu. Jedná se např. o složení materiálu, stříhové řešení atd.

10. Použitá literatura

- [1] HES, Luboš; SLUKA, Petr. *Úvod do komfortu textilií*. Skripta. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2005. ISBN 80-7083-926-0
- [2] LUXOVÁ Zdeňka. *Studie vlivu oděvního komfortu oděvů využívaných na sportovní činnosti se zaměřením na cyklistiku*, Diplomová práce. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2006
- [3] RŮŽIČKOVÁ, Dagmar. *Oděvní materiály*. Skripta. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2003. 221 s. ISBN 80-7083-682-2
- [4] VALENTOVÁ Kateřina. *Komfortní vlastnosti sportovního oblečení*, Bakalářská práce. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2010
- [6] *firma GASSO* [online]. [cit. 2011-5-3]. Dostupné z: <http://www.gasso.cz/o-nas/>
- [7] *sortiment firmy GASSO* [online]. [cit. 2011-5-3]. Dostupné z: <http://www.gasso.cz/siti-na-zakazku/>
- [8] *materiálové složení* [online]. [cit. 2011-5-3]. Dostupné z: http://www.tessuti-sport.cz/viewpage.php?page_id=3
- [9] *carbonové vlákno* [online]. [cit. 2011-20-4]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Uhlíkové_vlákno
- [10] *materiál shield* [online]. [cit. 2011-20-4]. Dostupné z: <http://www.cyklodresy.cz/materialy/kalhoty-kratasy-navleky/shield.html>
- [11] *materiál gavia* [online]. [cit. 2011-20-4]. Dostupné z: <http://www.eleven.cz/materialy/>
- [12] *coolmax* [online]. [cit. 2011-20-4]. Dostupné z: <http://www.humi.cz/?lg=cz&str=6&id=65&n=coolmax>
- [13] *obrázek vlákna coolmax* [online]. [cit. 2011-20-4]. Dostupné z: http://www.acron.cz/joomla/index.php?option=com_content&task=view&id=88

- [14] *materiál atom* [online]. [cit. 2011-20-4]. Dostupné z: <http://www.eleven.cz/materialy/>
- [15] *soft shell* [online]. [cit. 2011-21-4]. Dostupné z: <http://www.svetoutdooru.cz/clanek/?107178-fenomen-softshell>
- [16] *zátěr* [online]. [cit. 2011-21-4]. Dostupné z: <http://www.topsport.cz/clanky/popis-materialu>
- [17] *lycra* [online]. [cit. 2011-21-4]. Dostupné z: <http://www.kalas.cz/material/latky/lycra-matna/>
- [18] *lycra* [online]. [cit. 2011-21-4]. Dostupné z: <http://www.fusky.cz/page.php?form=material>
- [19] DELLJOVA, Roza Andrejevna; ARANASJEVA, Rallema Fjodorovna; ČUBAROVA, Zora Stěpanovna; ŽEMLIČKA, Josef. *Hygiena odívání*. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1984
- [20] ŠTOČKOVÁ, Hana. *Textilní zbožížnalství – Pleteniny*. Skripta. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2006. ISBN 80-7372-114-7

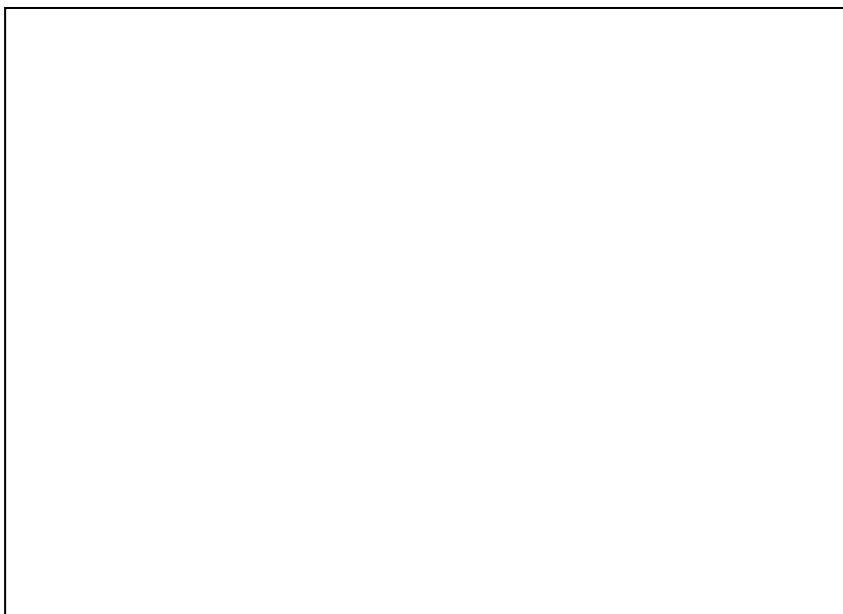
11. Přílohy

11.1. Příloha č. 1 – vzorky materiálů

TAHITI

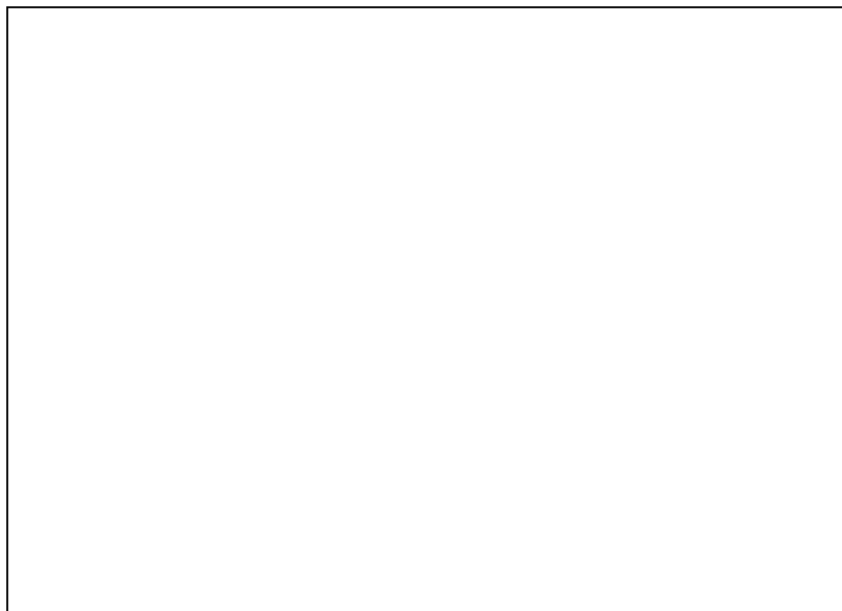


Líc



Rub

CARBON

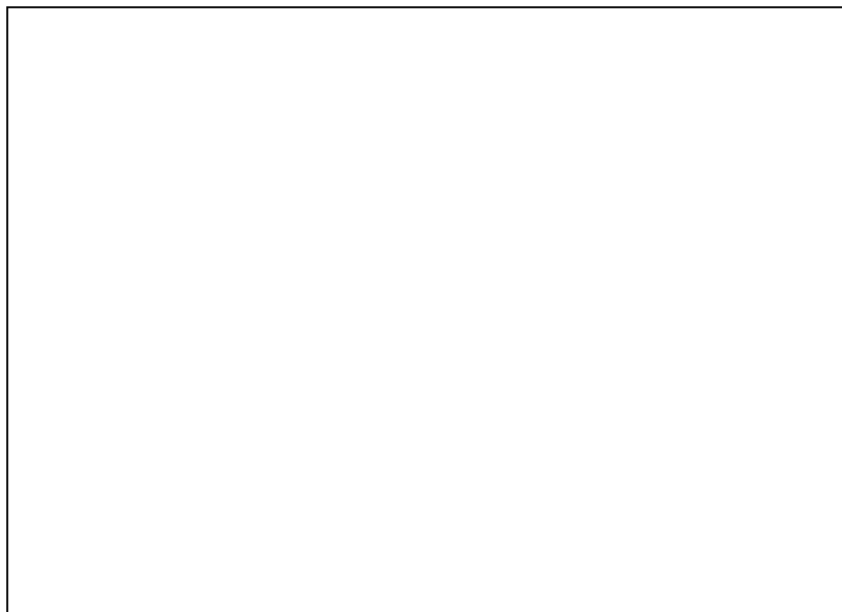


Líc

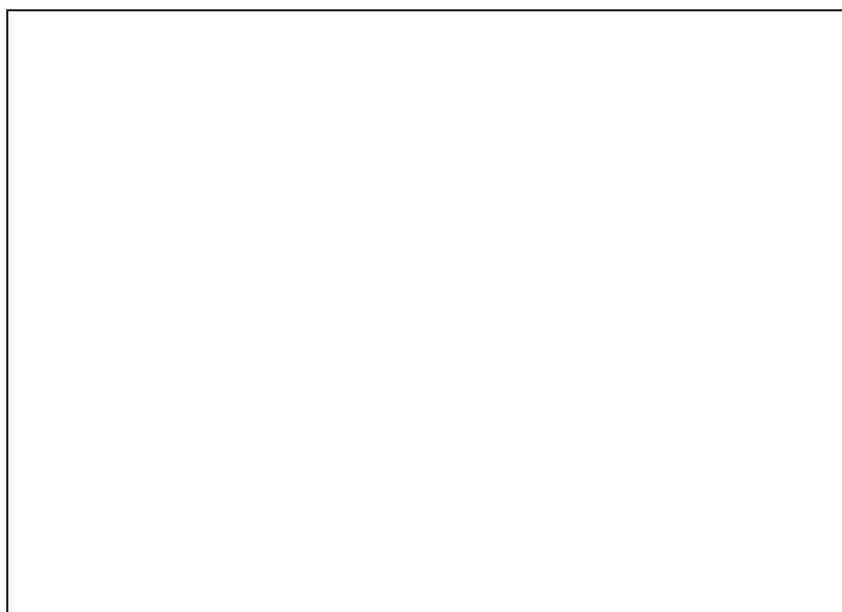


Rub

SHIELD

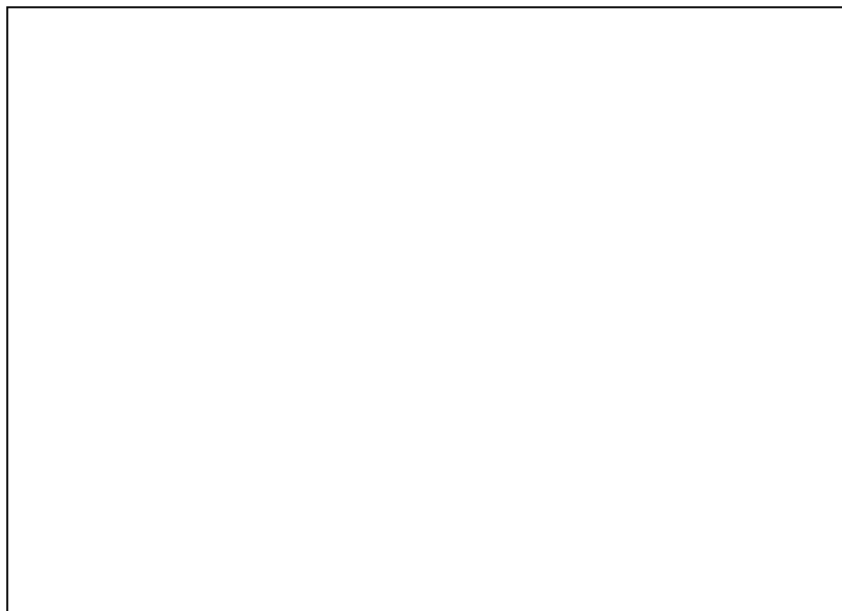


Líc



Rub

GAVIE



Líc



Rub

COOLMAX

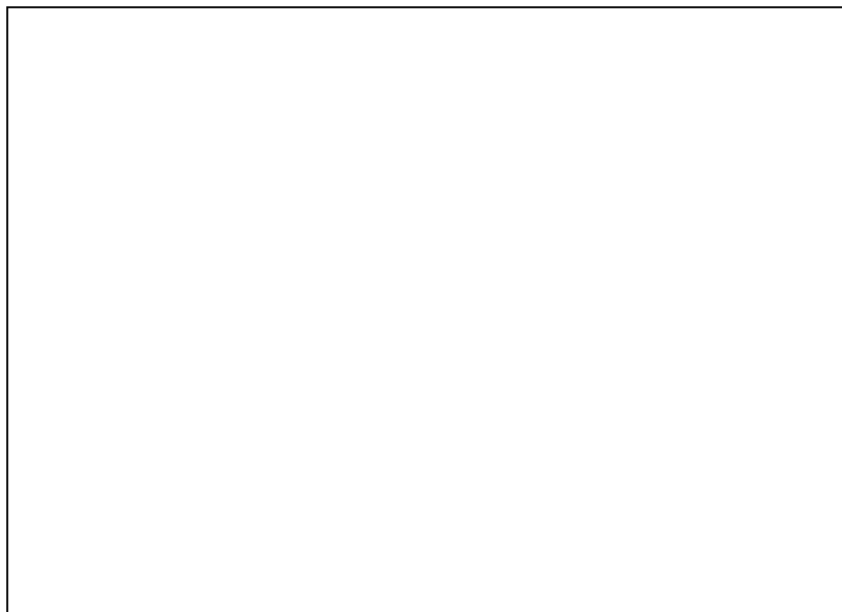


Líc



Rub

ATOM



Líc



Rub

SOFT SHELL



Líc

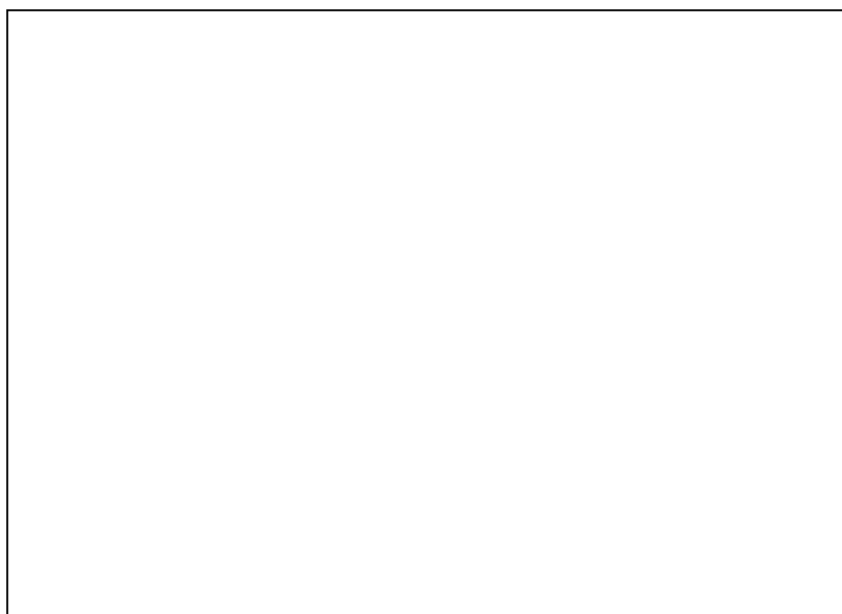


Rub

SOFT SHELL-ZÁTĚR



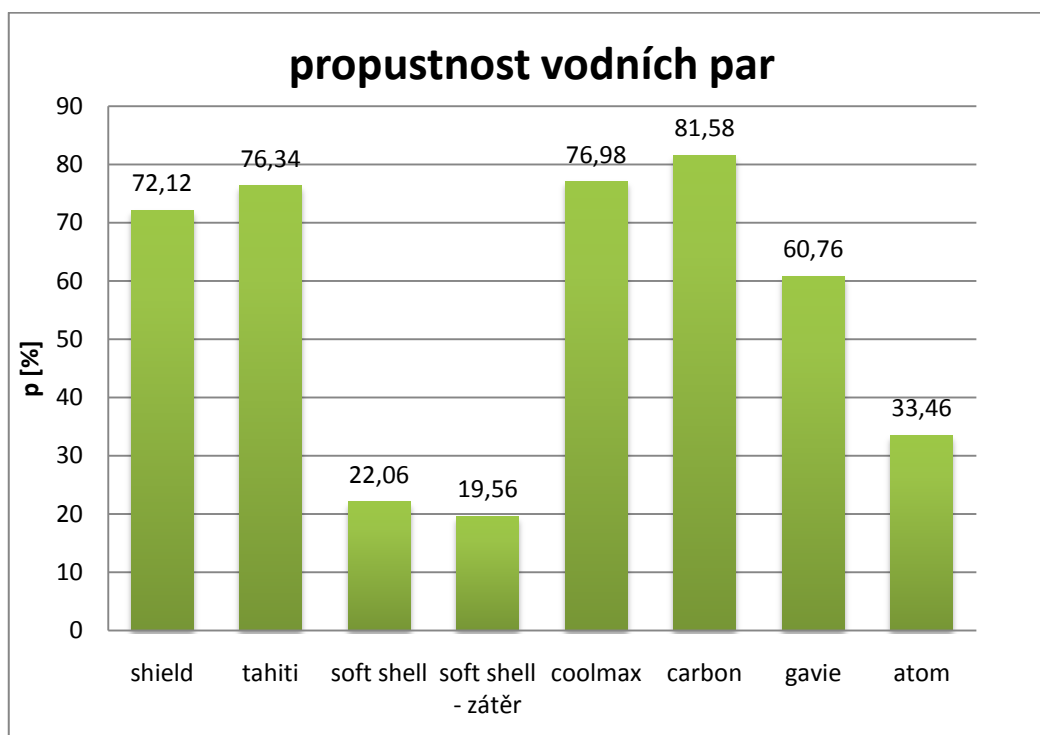
Líc



Rub

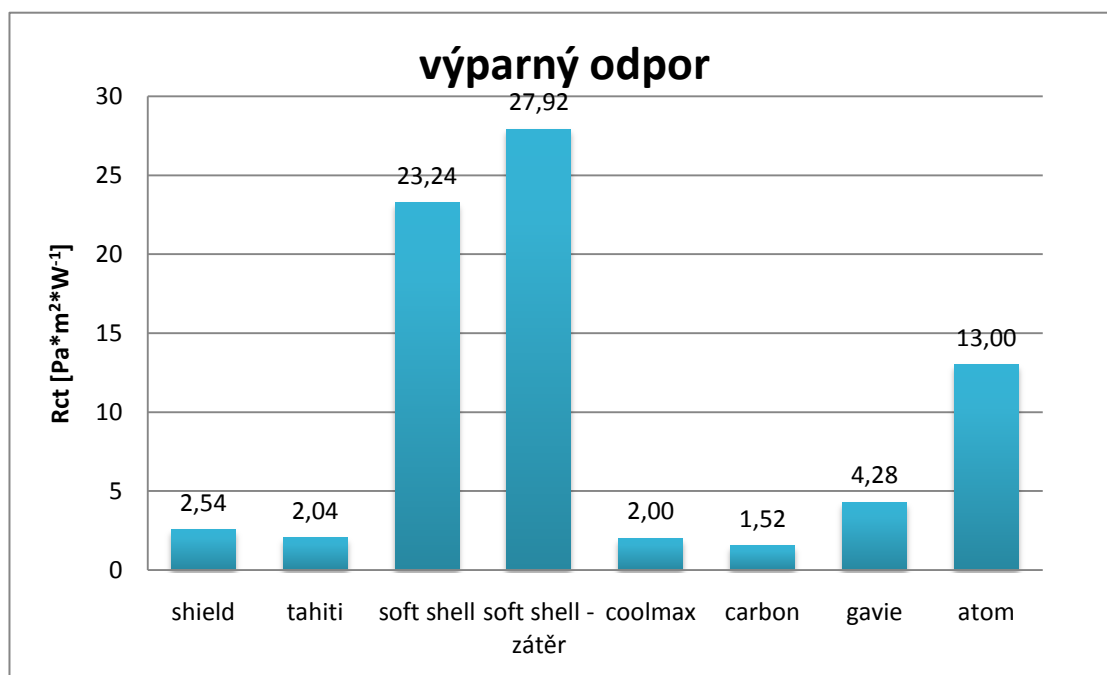
11.2. Příloha č. 2 – měření relativní paropropustnosti p[%]

počet měření	shield	tahiti	soft shell	soft shell - zátěr	coolmax	carbon	gavie	atom
1	74,1	75	20,9	17,2	77,5	80,8	58,8	34,1
2	72,9	76,5	20,9	25,7	83,1	82,1	55	34,2
3	71,1	77,2	24,1	20,1	78,2	81,7	64,3	33,2
4	71,6	77,5	22,2	17,5	69,4	82,7	62,3	32,1
5	70,9	75,5	22,2	17,3	76,7	80,6	63,4	33,7
Σ n	360,6	381,7	110,3	97,8	384,9	407,9	303,8	167,3
ø	72,12	76,34	22,06	19,56	76,98	81,58	60,76	33,46
s	1,35	1,07	1,31	3,64	4,92	0,88	3,84	0,86
v	1,87	1,4	5,94	18,61	6,39	1,08	6,32	2,57



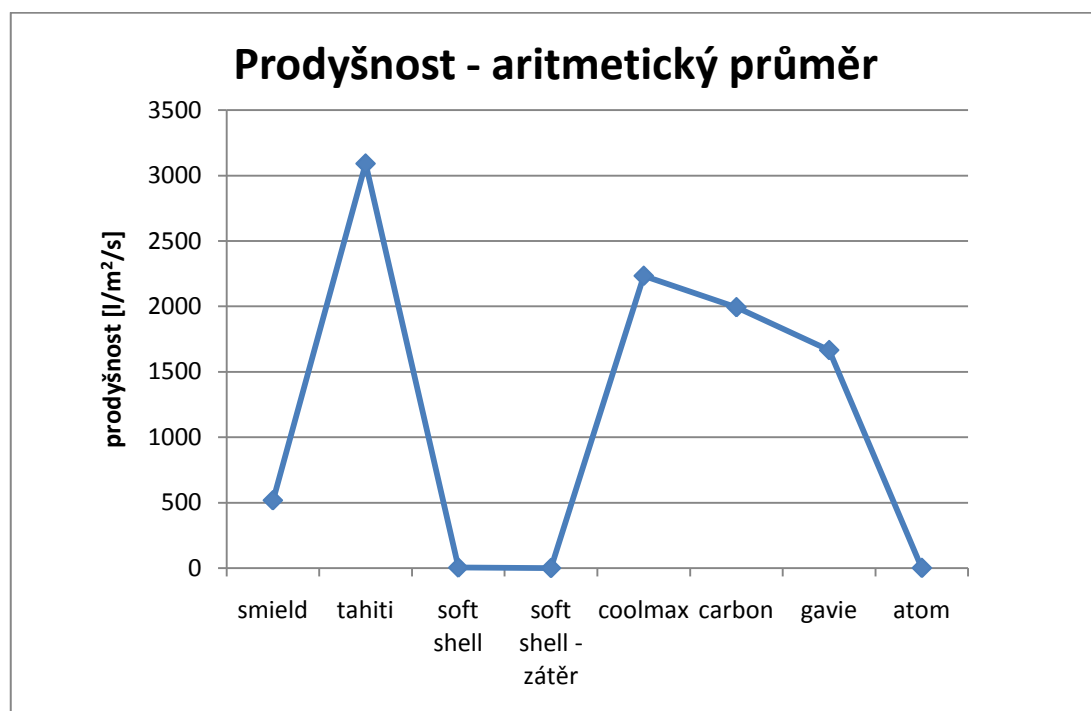
11.3. Příloha č. 3 – měření výparného odporu R_{ct} [$\text{Pa} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{W}^{-1}$]

počet měření	shield	tahiti	soft shell	soft shell - zátěr	coolmax	carbon	gavie	atom
1	2,4	2,2	24,7	31,9	1,9	1,6	4,5	12,4
2	2,4	2	24,9	19,2	1,4	1,5	5,3	12,5
3	2,6	2	21	26,7	1,8	1,5	3,7	13,1
4	2,6	1,9	22,5	30,5	2,9	1,4	4	13,9
5	2,7	2,1	23,1	31,3	2	1,6	3,9	13,1
Σn	12,7	10,2	116,2	139,6	10	7,6	21,4	65
$\bar{\phi}$	2,54	2,04	23,24	27,92	2	1,52	4,28	13
s	0,13	0,11	1,62	5,28	0,55	0,08	0,64	0,60
v	5,12	5,39	6,97	18,91	27,5	5,26	14,95	4,62



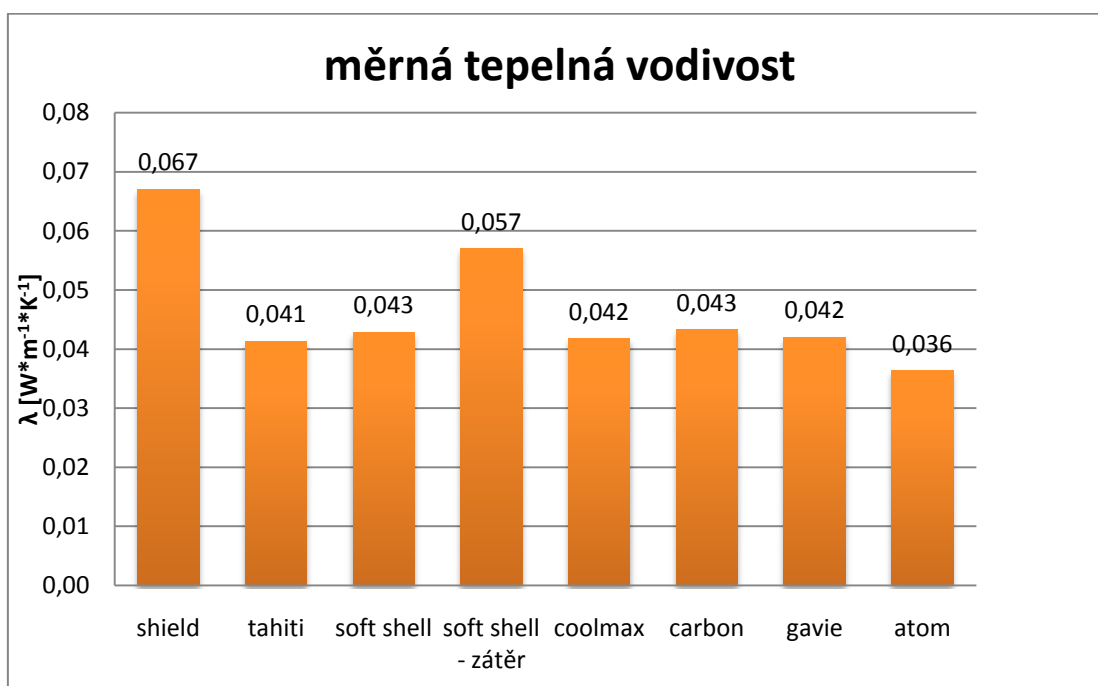
11.4. Příloha č. 4 – měření prodyšnosti [$\text{l/m}^2/\text{s}$]

počet měření	smiold	tahiti	soft shell	soft shell - zátěr	coolmax	carbon	gavie	atom
1	537	3000	3,58	0	2130	1750	1600	0,904
2	493	3050	3,49	0	2220	1960	1630	1,01
3	535	3230	3,66	0	2340	2120	1750	0,971
4	528	3040	3,45	0	2300	2130	1680	0,96
5	497	3140	3,49	0	2180	2010	1670	0,932
Σn	2590	15460	17,67	0	11170	9970	8330	4,777
$\bar{\phi}$	518	3092	3,534	0	2234	1994	1666	0,9554
s	21,31	92,57	0,09	0	85,91	154,37	56,83	0,04
v	4,11	2,99	2,54	0	3,85	7,74	3,41	4,19



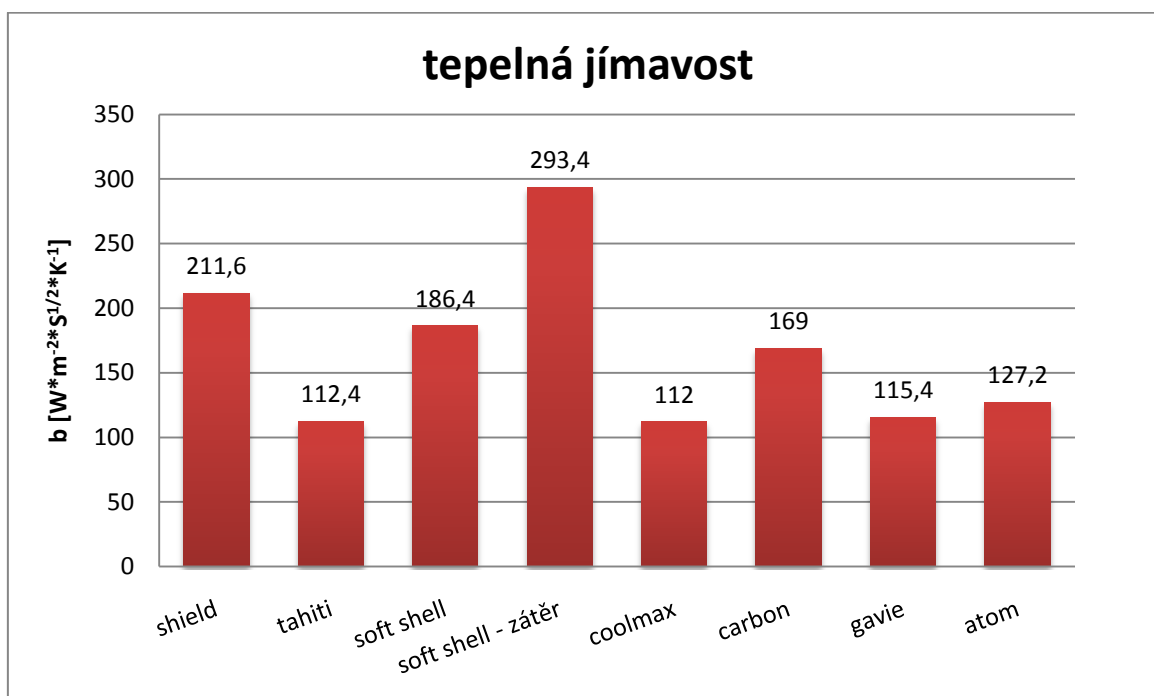
11.5. Příloha č. 5 – Měření měrné tepelné vodivosti λ [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$]

počet měření	shield	tahiti	soft shell	soft shell - zátěr	coolmax	carbon	gavie	atom
1	0,0652	0,0408	0,0419	0,0566	0,0416	0,0442	0,0419	0,0354
2	0,0669	0,0414	0,0432	0,0564	0,0409	0,0441	0,0421	0,0348
3	0,0648	0,0416	0,043	0,0573	0,042	0,0424	0,0415	0,0368
4	0,069	0,0413	0,0431	0,0577	0,0423	0,0433	0,0426	0,0369
5	0,069	0,0414	0,0429	0,0567	0,0419	0,0421	0,0418	0,0375
Σn	0,3349	0,2065	0,2141	0,2847	0,2087	0,2161	0,2099	0,1814
$\bar{\lambda}$	0,067	0,041	0,043	0,057	0,042	0,043	0,042	0,036
s	0,00179	0,00027	0,00047	0,00048	0,00048	0,00086	0,00037	0,00101
v	2,67	0,65	1,09	0,84	1,15	1,99	0,88	2,78



11.6. Příloha č. 6 – měření tepelné jínavosti $b[W \cdot m^{-2} \cdot s^{1/2} \cdot K^{-1}]$

počet měření	shield	tahiti	soft shell	soft shell - zátěr	coolmax	carbon	gavie	atom
1	180	111	191	290	126	179	113	122
2	224	116	183	298	111	170	112	128
3	220	111	189	286	114	173	111	127
4	218	113	185	292	105	163	120	128
5	216	111	184	301	104	160	121	131
Σn	1058	562	932	1467	560	845	577	636
$\bar{\varnothing}$	211,6	112,4	186,4	293,4	112	169	115,4	127,2
s	16,02	1,96	3,07	5,43	7,92	6,84	4,22	2,93
v	7,57	1,74	1,65	1,85	7,07	4,05	3,66	2,3



11.7. Příloha č. 7 – měření tloušťky materiálu h [mm]

počet měření	shield	tahiti	soft shell	soft shell - zátěr	coolmax	carbon	gavie	atom
1	0,53	0,75	0,46	0,4	0,63	0,38	1,64	0,44
2	0,54	0,77	0,47	0,4	0,59	0,38	1,64	0,43
3	0,54	0,75	0,47	0,39	0,62	0,36	1,63	0,45
4	0,58	0,75	0,48	0,42	0,63	0,39	1,62	0,45
5	0,55	0,75	0,48	0,4	0,64	0,4	1,53	0,46
Σ n	2,74	3,77	2,36	2,01	3,11	1,91	8,06	2,23
ø	0,548	0,754	0,472	0,402	0,622	0,382	1,612	0,446
s	0,0172	0,0080	0,0075	0,0098	0,0172	0,0133	0,0417	0,0102
v	3,14	1,06	1,59	2,44	2,77	3,48	2,59	2,29

